

# XXVI REUNIÓN CIENTÍFICA TECNOLÓGICA, FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2014.

III SIMPOSIUM INTERNACIONAL  
EN PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA  
TROPICAL.

## LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

**6 y 7 de Noviembre 2014**

Sede: Centro Internacional de Vinculación y Enseñanza (CIVE) de la UJAT.  
Av. Universidad, Zona de la Cultura Villahermosa, Tab.



SAGARPA



Tabasco  
cambia contigo

inifap  
Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



Fundación  
PRODUCE Tabasco A.C.



## DIRECTORIO

### SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

**ENRIQUE MARTÍNEZ Y MARTÍNEZ**

*Secretario*

**JESUS ALBERTO AGUILAR PADILLA**

*Subsecretario de Agricultura*

**JUAN MANUEL VERDUGO ROSAS**

*Subsecretario de Desarrollo Rural*

**RICARDO AGUILAR CASTILLO**

*Subsecretario de Alimentación y Competitividad*

**CARLOS HERNÁNDEZ REYEZ**

*Delegado Estatal en Tabasco*

### GOBIERNO DEL ESTADO DE TABASCO

**ARTURO NUÑEZ JIMÉNEZ**

*Gobernador Constitucional*

**PEDRO JIMÉNEZ LEÓN**

*Secretario de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca*

**RODOLFO LARA LAGUNAS**

*Secretario de Educación*

### UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

**DR. JOSÉ MANUEL PIÑA GUTIÉRREZ**

*Rector*

**DR. DORA MARÍA FRÍAS MÁRQUEZ**

*Secretaria de Servicios Académicos*

**M.A. RUBICEL CRUZ ROMERO**

*Secretario de Servicios Administrativos*

### UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE TABASCO

**FERNANDO CALZADA FALCÓN**

*Rector*

**SERGIO OCTAVIO VALLE MIJANGOS**

*Secretario Académico*

**RICARDO AMADO MOHENO BARRUETA**

*Secretario de Vinculación*

**ERICA DEL CARMEN SALAZAR LÓPEZ**

*Jefe de Departamento de Investigación y Desarrollo*



**UNIVERSIDAD POPULAR DE LA CHONTALPA**

**QUERUBIN FERNÁNDEZ QUINTANA**

*Rector*

**CAROLINA LEGUE LUNA**

*Secretario Académico*

**EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR  
UNIDAD VILLAHERMOSA**

**MIGUEL ÁNGEL DÍAZ PERERA**

*Director*

**RAMIRO ROBLES JARDÓN**

*Unidad de Gestión y Servicios Tecnológicos*

**MARÍA LUISA MARTÍNEZ GUTIÉRREZ**

*Coordinadora de Vinculación Unidad-Villahermosa*

**COLEGIO DE POSTGRADUADOS-CAMPUS TABASCO**

**JOSÉ FRANCISCO JUÁREZ LÓPEZ**

*Director*

**MEPIVOSETH CASTELAN ESTRADA**

*Subdirector de Educación*

**SAÚL SANCHEZ SOTO**

*Subdirector de Investigación*

**ANGEL MARTÍNEZ BECERRA**

*Subdirector de Vinculación*

**MARIA GABRIELA MARTÍNEZ QUINTANA**

*Subdirectora de Administración*

**CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL ESTADO DE TABASCO**

**MIRNA CECILIA VILLANUEVA GUEVARA**

*Director General*

**AURORA HIDALGO CASTILLO**

*Director de Formación de Recursos y Apoyo a Investigadores*

**TILO TOSCA CHABLÉ**

*Director de Vinculación Investigación y Desarrollo*

**FUNDACIÓN PRODUCE TABASCO, A. C.**

**ADRIAN PRATS LEAL**

*Presidente*

**FRANCISCO JAVIER GURZA MERINO**

*Gerente*



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE VILLAHERMOSA**

**HUMBERTO JOSÉ CERVERA BRITO**

*Director*

**JOSÉ LUIS MADRIGAL ELISEO**

*Subdirector de Planeación y Vinculación*

**JOSÉ ANTONIO CANTO ESQUIVEL**

*Subdirector Académico*

**FERNANDO FALCÓN PÉREZ**

*Subdirector de Servicios Administrativos*

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA OLMECA**

**JOSÉ JAVIER PERALTA COSGAYA**

*Director*

**SALOMÓN HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ**

*Encargado de la Subdirección de Planeación y Vinculación*

**CARLOS MARIO MARÍN VALENZUELA**

*Subdirector Académico*

**MERCEDES WADE ALEJO**

*Subdirector Administrativo*

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

**PEDRO BRAJCICH GALLEGOS**

*Director General*

**MANUEL R. VILLA ISSA**

*Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación*

**ARTURO CRUZ VÁZQUEZ**

*Coordinador de Planeación y Desarrollo*

**EDUARDO FRANCISCO BERTERAME BARQUIN**

*Coordinador de Administración y Sistemas*

**CENTRO DE INVESTIGACION REGIONAL DEL GOLFO CENTRO**

**VICENTE ELIEZER VEGA MURILLO**

*Director Regional*

**JESUS URESTI GIL**

*Director de Investigación*

**OSCAR GUILLERMO CASTAÑEDA MARTÍNEZ**

*Director de Planeación y Desarrollo*

**FRANCISCO GONZÁLEZ NARANJO**

*Director de Administración*

**JORGE MARTÍNEZ HERRERA**

*Director de Coordinación y Vinculación en Tabasco*



## PRESENTACIÓN

### Instituciones Organizadoras



México plantea desafíos en materia social y de productividad agroalimentaria, que ha obligado a emprender un cambio en la concepción y aplicación de la investigación, innovación y desarrollo tecnológico, con la finalidad de que la utilización de los recursos y herramientas estratégicas, constituyan el motor que propicie el desarrollo agropecuario, forestal y pesquero, que favorezca la seguridad alimentaria y el bienestar de la población.

El campo es estratégico, por su potencial para producir alimentos y materias primas, en la ineludible tarea de abatir la pobreza e incidir en el desarrollo regional, con oportunidades para fortalecerlo, bajo un enfoque de productividad, rentabilidad y competitividad, incluyente y responsable en el manejo sustentable de los recursos naturales. Para ello, la innovación, investigación, desarrollo tecnológico en materia agroalimentaria, constituye la punta de lanza para transformar y elevar el potencial productivo.

Las políticas agroalimentarias, están orientadas a fortalecer la capitalización del sector, a través de incentivos para invertir en equipamiento e infraestructura productiva y social, que permitan la incorporación de nuevas tecnologías que promuevan la productividad. Paralelamente se han diseñado esquemas de financiamiento más oportunos y a un menor costo, que refuerzan y contribuyen a la competitividad, acompañadas con acciones que fomentan como estrategia, la innovación y el desarrollo tecnológico, para reactivar el sector, impulsando la adopción de modernas tecnologías de producción.

A partir de 2014, los productores cuentan con un nuevo modelo de extensión y asistencia técnica, sustentado en principios de eficiencia y eficacia, con prestadores de servicios debidamente capacitados y experimentados en el quehacer del sector, centrado en productores organizados que les facilita el acceso al conocimiento, información y uso de tecnologías modernas, su interacción con sus socios estratégicos en investigación, educación, agronegocios y el mercado. Con el desarrollo de sus propias habilidades y prácticas técnicas, organizacionales y gerenciales, detonar un campo justo, productivo, rentable, sustentable y garante de la seguridad alimentaria.

Ante tal reto, la sinergia productor-vinculador-investigador es elemento primordial para que los diversos actores del sector agropecuario, forestal y acuícola, accedan a los nuevos conocimientos y tecnologías disponibles, que coadyuven a incrementar la producción de alimentos inocuos y de calidad, amigables con la protección y preservación del medio ambiente.

En este contexto, constituye un instrumento eficaz de difusión, la realización de foros donde se presenten y analicen resultados de investigación y transferencia de tecnología de diversas instituciones académicas y de investigación, para contribuir al desarrollo sustentable de las cadenas productivas forestales, agrícolas y pecuarias del trópico húmedo. Ejemplo de ello es la XXVI Reunión Científica Tecnológica Forestal y Agropecuaria y el III Simposium Internacional Agroalimentario Tropical, donde se presentan año con año en forma ininterrumpida los avances, logros científicos y tecnológicos del sector agropecuario, forestal y acuícola. En 26 años, se han presentado alrededor de dos mil trabajos, donde el investigador además de transmitir sus conocimientos y experiencias, también da a conocer las innovaciones tecnológicas, siempre sensibles principalmente a las preocupaciones de la sociedad y particularmente de nuestros productores.

**MVZ. Carlos Hernández Reyez**  
Delegado de la SAGARPA en Tabasco  
Presidente del Comité Organizador





## **CRÉDITOS EDITORIALES**

### **COORDINACIÓN GENERAL**

Jorge Martínez Herrera

### **EDICIÓN Y FORMACIÓN**

Jorge Martínez Herrera

Rutilo López López

Julio Cámara Córdova

Saúl Sánchez Soto

Lilia Fraire Sierra

Gliselda Calles Sánchez

### **COMPILACION**

Rutilo López López

Manuel Barrón Arredondo

### **DISEÑO**

.....

Gliselda Calles Sánchez

Grisel Cervantes Arau

LDG. Pedro Damian Vidal Castellanos



## RECONOCIMIENTO

Al Lic. Arturo Núñez Jiménez, Gobernador Constitucional del estado de Tabasco, por su apoyo e interés en la investigación y desarrollo científico y tecnológico, actividades prioritarias para la seguridad alimentaria del presente siglo.

A la SAGARPA en Tabasco y a la SEDAFOP, instituciones que siempre han mostrado interés en la generación de conocimientos científicos en el área agropecuaria y forestal, y en la difusión de estos conocimientos en el agro tabasqueño.

A la Fundación Produce Tabasco, A.C., y al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco (CCYTET) por los apoyos que han brindado a los proyectos de investigación de las diferentes instituciones dedicadas a esta actividad, y que hoy exponen sus resultados en este foro.

A la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, por su participación activa y entusiasta en el comité organizador que hoy permite la realización de este evento en sus instalaciones, en el marco de la celebración de la XXVI edición.

**A los patrocinadores** que apoyaron con recursos materiales y económicos: Gobierno del Estado de Tabasco, Delegación SAGARPA en Tabasco, Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Universidad Tecnológica de Tabasco, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco, Fundación Produce Tabasco A.C., Instituto Tecnológico de la Zona Olmeca.

**Instituciones Organizadoras:** Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Universidad Tecnológica de Tabasco, Instituto Tecnológico de la Zona Olmeca, Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco, Fundación Produce Tabasco A.C., Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco, Universidad Popular de la Chontalpa, Colegio de la Frontera Sur, Instituto Tecnológico de Villahermosa, Unidad Regional Universitaria Sur Sureste-Universidad Autónoma Chapingo.

**Comité Organizador:** MVZ. Carlos Hernández Reyez, Dr. Jorge Martínez Herrera, Lic. Pedro Jiménez León, Ing. Francisco Gurza Merino, Dr. Rutilo López López, MC Manuel Barrón Arredondo, MC Lilia Fraire Sierra, Dr. Saúl Sánchez Soto, Lic. Berenice Lacroix Macosay, MVZ. Gonzalo Lanestosa León, MC. Alfonso Sala Pavón, Dr. Roberto Antonio Cantú Garza, Ph.D. Julio Cámara Córdova, Dra. Rosa Margarita Hernández Velez, C.P. Edgar Méndez Garrido.





**Comité técnico:**

Félix Mejía Estrada, Rutilo López López, Julio Cámara Córdova, Lilia Fraire Sierra, Manuel Barrón Arredondo, Jorge Oliva Hernández, José Manuel Ruiz Rodríguez, Nydia del Rivero Bautista, José Edith Poot Matu, Víctor W. González Lauck, Mario Rodríguez Cuevas, Dante Sumano López, José Manuel Salaya Domínguez, Cesar Marquez Quiroz, José Armando León Najera, Marco Antonio Inzunza Ibarra, Andrés Fierro Álvarez, Luz del Carmen Lagunes Espinoza, Uriel Agustín Báez Ruiz, Eloisa López Hernández, Angelica Alejandra Ochoa Flores, María Adelfa Aparicio Trapala, Jorge Martínez Herrera, Sergio Salgado García, Eduardo Daniel Bolaños Aguilar, Alfonso Azpeitia Morales, Jorge Quiroz Valiente, Felipe Mirafuentes Hernández, José Alfredo Jiménez Chong, Esteban Domínguez Castillo, Lorenzo Granados Zurita, Sabel Barrón Freyre, Alejandro Flores Rodríguez, Sergio F. Góngora González, Genovevo Ramírez Jaramillo, José Miguel Hernández Cruz, María Isabel Saldaña y Hernández, Karim Musalem Castillejos, Gerardo Rogelio Cancino Arroyo, Nadia Florencia Ojeda Robertos, Jesús David Palma López, Gabriela Garduza Arias, Fermin Orona Castro, Elsa Chávez García, Eustolia García López, José Roberto Aguilar Jiménez, Víctor Córdova Ávalos, José Ulises Medina Reynes, Artúro Valdivia Flores, José del Carmen de la Cruz Hernández, Luis Manuel Vargas, José Nahed Toral, Edmundo Gómez Méndez, Iris Antonina Sánchez González, Gilberto López Valencia, Angel Ríos Utrera, Silvia del Carmen Ruíz Acosta, Sergio Alvarez, Eduardo Lleverino González, Aldenamar Cruz Hernández, Mario Manuel Osorio Arce, Juan de Dios Mendoza Palacios, Héctor Sandoval Villa, Claudia Zaragoza Vera, Isidro Izquierdo Castillo, Lenin Rangel López, Metodio Nicolás Vite García, Álvaro Hernández Sosa, Everardo Barbas Macías, Rosa Margarita Hernández Velez, Julio Armando A., Rodrigo Carranza Trinidad, Maritza Zaragoza Vera, Carlos Luna Palomera, Javier E. Castillo Huchin, José Isabel López Naranjo, Roberto Cantú Garza, Guadalupe Arjona Jiménez, Josafath Hernández Becerra, Rufo Sánchez Hernández.



## CONTENIDO

### ANUALES

VALIDACIÓN DE CUATRO SISTEMAS DE CULTIVO DE MAÍZ BAJO AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN LA REGIÓN NORTE DE GUERRERO. González CM*, Cantú AMA, Gómez MNO, González MR, Bueno JE, Figueroa L.H.O.	1
RESISTENCIA DE GENOTIPOS DE MAÍZ AL “COMPLEJO MANCHA DE ASFALTO” ( <i>Phyllachora maydis</i> ) EN LA FRAILESCA, CHIAPAS. Martínez S. J.*, Espinosa P. N. y Domínguez V. S.	9
RESISTENCIA GENÉTICA PARA EL CONTROL DE <i>Macrophomina phaseolina</i> (Tassi) Goid EN LÍNEAS DE FRIJOL COMÚN. Cumpián G. J.*; Mayek P. N., Becerra L. N. y López S. E.	17
CULTIVO COMPUESTO, SISTEMA SUSTENTABLE Y RENTABLE PARA LOS PRODUCTORES DE BÁSICOS DE VERACRUZ, MÉXICO. Ugalde A. F. J., Andrés M. P., Rodríguez D. N., Maldonado, B. L., Acosta L. C., y Leyva V. S.	23
EVALUACION DE 20 GENOTIPOS DE MAÍZ EN EL CICLO PRIMAVERA-VERANO EN HUIMANGUILLO, TABASCO. Barrón Freyre, S.*, Rodríguez Montalvo F. A., Palafox Caballero, A.	28
EVALUACION DE GENOTIPOS DE SOYA EN EL ESTADO DE CAMPECHE. Hernández P.M.*, Soto R.J.M., Canales C.R. y Orona C.F.	35
MODELACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FUNGICIDAS UTILIZANDO EL PROGRAMA MELCAST EN EL CULTIVO DE LA SANDÍA EN LA ZONA CENTRO DEL ESTADO DE CAMPECHE, MÉXICO. Soto R.J.M.I., Egel D., Rosado C. A.T., Canales C.R., Orona C. F. y Hernández P.M	43
COMPORTAMIENTO DEL FÓSFORO EN SUELOS MECANIZABLES DEDICADOS A MAÍZ EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO, MÉXICO. Ramírez S. J.H.*, Cano G. A., Aguilar D. Y., Ramírez J. G., Loeza D. V.M.	51
EVALUACIÓN DEL ERGOT ( <i>Claviceps africana</i> ) EN GENOTIPOS COMERCIALES DE SORGO DULCE EN VERACRUZ. Rodríguez E. J.G.*, Uribe G. S.	57
EVALUACION DE DENSIDADES POBLACIONALES DE CHILE HABANERO ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq.) CULTIVADO EN CASA SOMBRA. Avilés B., W. I.*	62
EVALUACION DE VARIEDADES DE CHILE HABANERO ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq.) CULTIVADO EN CASA SOMBRA. Avilés B., W. I.*	66
EVALUACIÓN DE LA MICORRIZA ARBUSCULAR Y BACTERIAS EN SORGO, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN VERACRUZ. Cumpián G. J.*; Durán P. A.; Vásquez H. A. y Aguirre-Medina J. F.	70
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LÍNEAS EXPERIMENTALES DE ARROZ DE GRANO DELGADO EN TABASCO. Jiménez Chong JA y López-López R.	78
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DEL ACOLCHADO PLÁSTICO Y MALLA-SOMBRA EN LA PRODUCCIÓN DE PIÑA MD-2, REGIÓN SUR-SURESTE DE MÉXICO. Toral J. M. A.*, Uriza A. D. E., Zetina L. R., Rebolledo M. L., Francisco-N. N., Nava P. R., Benavides U. J.	84



EVALUACION DE SIETE GENOTIPOS DE FRIJOL EN OTOÑO-INVIERNO EN HUIMANGUILLO, TABASCO. Barrón Freyre S*, Ugalde Acosta F. J.	92
PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE JITOMATE ( <i>Lycopersicon esculentum</i> ) MEDIANTE EL USO DE CEPAS MICROBIANAS EN INVERNADERO. Durán P. A.*, Vásquez Hdez. A., Meneses M. I., Zetina L. R., Aguado S. G. A. y Moreno G. B.	98
PRODUCCIÓN DE PEPINO CON ABONOS ORGÁNICOS Y BIOFERTILIZANTES MICROBIANOS EN INVERNADERO. Durán P. A.*, Vásquez Hdez. A., Meneses M. I., Zetina L. R., Aguado S. G. A. y Moreno G. B.	103
EFFECTO DE LA COMBINACIÓN MICORRIZA ( <i>Glomus intraradices</i> )-ZEOLITA EN EL RENDIMIENTO DE MAÍZ H-520 EN LA REGIÓN TROPICAL DE VERACRUZ, MÉXICO. Vásquez Hernández Andrés*, Zetina Lezama Rigoberto, Durán Prado Arturo, Meneses Márquez Isaac	110
RECURSOS GENETICOS DE FRIJOL QUE SE CULTIVAN EN EL ESTADO DE CAMPECHE. Orona CF*, Medina MJ, Soto RJM, Hernández PM	117
DETERMINACION DE LA EXTRACCION UNITARIA DE NUTRIENTES EN ESTEVIA ( <i>Stevia rebaudiana</i> B.) COMO BASE PARA LA APLICACIÓN DEL METODO RACIONAL DE FERTILIZACION. Vásquez Hernández Andrés*, Zetina Lezama Rigoberto, Meneses Márquez Isaac, Durán Prado Arturo	124
CULTIVO DE CILANTRO ( <i>Coriandrum sativum</i> L.) APLICANDO DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO MINERAL EN XOCHIMILCO, D. F. González López María Magdalena*; Fierro Álvarez Andrés; Rutilo López López	130

## BIOTECNOLOGÍA

DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ENZIMÁTICA EXTRACELULAR E IDENTIFICACIÓN DE GENES DE B-GLUCOSIDASA DE <i>Moniliophthora roreri</i> . Concepción A.*, Bautista C., Boldo X., Hernández M., Ortiz F., y Martínez D.	134
PROPAGACION IN VITRO DE GLOXINIA ( <i>Sinningia speciosa</i> Lodd). Azpeitia-Morales A.*, Peña López J.L., Barrón-García Y. P.	139
PRODUCCION DE EMBRIONES SOMATICOS DE CACAO ( <i>Theobroma cacao</i> L) EN INMERSION TEMPORAL. Peña López J.L.*, Azpeitia-Morales A., Mirafuentes H. F., Ruiz Carrasco V., Sáenz-Carbonell L.	146
MÓDULOS DEMOSTRATIVOS PECUARIOS PARA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA EN YUCATÁN, MÉXICO. Quintal FJA*, Rivera MJA, Vázquez GR, Cabrera TEJ, Lara R.M.J.	156
PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS PARA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PECUARIA EN YUCATÁN, MÉXICO. Quintal FJA*, Cabrera TEJ, Vázquez GR, Rivera MJA, Lara R.M.J.	162

## GANADERÍA

EFFECTO DE LA ALFALFA ( <i>Medicago Sativa</i> L.) EN LA DIETA SOBRE LA CALIDAD DE LOS ESPERMATOZOIDES EPIDIDIMARIOS DE OVINOS KATAHDIN CON PELIBUEY. Domínguez R.A.E*, G Cantón C.J., Alcaraz R.A, Loeza C.H., Ramón U.J.	167
--	-----



DESARROLLO DE CORDEROS PELIBUEY ALIMENTADOS CON INCLUSIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ ( <i>Zea mays</i> ) EN LA DIETA BAJO CONDICIONES DEL TRÓPICO. Alcaraz R.R.A*; G Canton C.J.; Domínguez R.A; Chiquini M. R; Arcocha G.E.	171
CONTENIDO DE AFLATOXINAS EN ALIMENTO Y LECHE CRUDA EN LA REGION CENTRO DE CHIAPAS, MÉXICO. Vázquez C.J.A., Herrera H. J. G., Ruiz S. B., Ortega C. M. E., Barreras S.A., Bautista M.Y.*	175
CARACTERÍSTICAS DE LA CARNE DE OVINOS SUFFOLK-HAMPSHIRE USANDO UN ADITIVO MICROBIANO EN LA DIETA. Pereyra R. A. E, Herrera H. J. G, Ramos. J. J.A, Bautista M.Y.*	179
LA CONDICIÓN CORPORAL Y LA PRESENCIA DEL BECERRO EN EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE VACAS EN EL TRÓPICO HÚMEDO. Osorio-Arce M.M.* y Segura-Correa J. C.	183
VALIDACIÓN DE UNA RACIÓN BALANCEADA POR PROGRAMACIÓN LINEAL A MÍNIMO COSTO CON SOLVER DE EXCEL PARA TORETES EN FINALIZACIÓN. Romero FMZ*, Ocampo AJ, García SN, Landa TC, Tadeo CP Fernández FJA.	186
RENDIMIENTO DE MATERIA SECA Y VALOR NUTRITIVO DE CUATRO LEGUMINOSAS FORRAJERAS A DIFERENTES EDADES DE CORTE. I. ÉPOCA SECA. García-Ferrer L., Bolaños-Aguilar E.D.*, Ramos-Juárez J., Osorio-Arce M.M.	190
RESPUESTA DE GENOTIPOS DE <i>Brachiaria humidicola</i> (Rendle) Schweick A DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD DEL SUELO. Domínguez-Pérez F.D., Bolaños-Aguilar E.D.*, Lagunes-Espinoza L.C.	201
PREVALENCIA Y FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A DIARREA VIRAL BOVINA Y RINOTRAQUEITIS INFECCIOSA BOVINA EN HATOS DE ORDEÑA EN CHIAPAS. Mejía EF*, Alvarado IA, Hernández AL, Milián SF, Mejía MMR, García CL, Hernández OR, Díaz AE	209
EPIDEMIOLOGÍA DE LA NEOSPOROSIS EN VACAS DE ORDEÑA EN EL ESTADO DE CHIAPAS. Mejía EF*, Hernández OR, Castro SE, García CL, Milián SF, Mejía MMR, Díaz AE	216
ANÁLISIS PRODUCTIVO DEL GANADO DE UN MÓDULO DE VALIDACIÓN DE TECNOLOGÍA DE DOBLE PROPÓSITO EN CLIMA SUBTROPICAL HÚMEDO Af(c). Calderón Ch. R.1*, Ríos U. A.2, Calderón R. R. C.3, Lagunes L. J.	224
INFLUENCIA DEL NÚMERO Y TIPO DE PARTO SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE OVEJAS BLACKBELLY X PELIBUEY. García-Osorio I del C*, Oliva-Hernández J, Osorio-Arce M M, Torres-Hernández G, Hinojosa-Cuéllar J A, González-Garduño R.	229
SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO EN OVEJAS DE PELO CON BASE EN TRATAMIENTOS DE CORTA Y LARGA DURACIÓN. Castellanos-Gómez L., Arroyo-Ledezma J., Oliva-Hernández J.	234
EFFECTOS DE UN ALIMENTO CON SEMILLAS DE <i>Canavalia ensiformis</i> SOBRE LA EFICIENCIA DE CRECIMIENTO DE CORDEROS PELIBUEY. Hernández-Montiel W.*, Oliva-Hernández J., Ramos-Juárez J., Aranda-Ibáñez E. M., Munguía-Flores V. M.	240
EFFECTO DE LA ÉPOCA DE NACIMIENTO SOBRE PARÁMETROS DE REGRESIÓN LINEAL DEL PESO DEL NACIMIENTO AL AÑO DE EDAD EN BECERROS SUIZO PARDO POR CEBÚ EN PASTOREO. García PTB*, López G.I.	247
CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DE LECHE EN RANCHOS DEL MEZCALAPA EN SISTEMAS BOVINOS DE DOBLE PROPÓSITO. Báez R. U. A.*; Granados Z. L.; Quiroz V. J.; Barrón A. M., Cadenas H. J.	252



CRECIMIENTO DE VAQUILLAS SUIZO-CEBÚ APACENTANDO EN PRADERAS DE TANZANIA EN MONOCULTIVO Y ASOCIADO CON FRANJAS DE LEUCAENA. Castillo H. J*. Rivas .P. F., Ortega R. L., Segura C.V., y Martín A. J.	258
COMPONENTES DE VARIANZA Y HEREDABILIDAD DE LA PERMANENCIA PRODUCTIVA EN LA POBLACIÓN CHAROLAIS - CHARBRAY MEXICANA. Ríos-Utrera A.*, Montaña-Bermúdez M., Martínez-Velázquez G., Baeza-Rodríguez J.J., Vega-Murillo V.E.	264
BLOQUES NUTRICIONALES CON HOJA DE NEEM ( <i>Azadirachta indica</i> A. juss) PARA EL CONTROL DE PARÁSITOS GASTROINTESTINALES EN BOVINOS. Jiménez R. D., Córdova G. O., Báez R. U. A.	268
EVALUACIÓN IN VITRO DEL EFECTO DEL ACEITE DE NEEM SOBRE LA VIABILIDAD DE LA GARRAPATA BOOPHILUS MICROPLUS. López P. M.A.*, Báez R. U.A.	274
ESTUDIO SEROLÓGICO DE LA LEPTOSPIROSIS Y SU RELACIÓN CON LA FERTILIDAD EN SEMENTALES BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE EN CLIMA SUBTROPICAL HÚMEDO. Soto JR*, Rosete FJV, Olazarán JS, Frago IA, Ríos UA, Ávila BR, Banda RVM, Socci EGA	279
ESTUDIO SEROLÓGICO DE LA RINOTRAQUEITIS INFECCIOSA BOVINA Y DIARREA VIRAL BOVINA Y SU RELACIÓN CON LA FERTILIDAD EN SEMENTALES PRODUCTORES DE CARNE EN CLIMA SUBTROPICAL. Soto JR*, Rosete FJV, Olazarán JS, Frago IA, Ríos UA, Ávila BR, Banda RVM, Socci EGA.	287
CALIDAD FÍSICOQUÍMICA DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ ( <i>Zea mays</i> L). López H M*, Zavala L M.	292
PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL PASTO ESTRELLA DE ÁFRICA ( <i>Cynodon plectoctachyus</i> ) EN LAS TRES ÉPOCAS CLIMÁTICAS EN TABASCO. Barrón A. M.; Granados Z. L.; Quiroz V. J.; Ruiz B. P.; Hernández G. G.*	296
COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE DOS GRAMINEAS TROPICALES A DOS FRECUENCIAS DE CORTE, BAJO CONDICIONES DE TROPICO HÚMEDO. Ramírez González, José de Jesús Mario *, Sandra Quijano Hernández, Daniel González Martínez, Baldomero Alarcón Zúñiga.	302
POTENCIAL PRODUCTIVO DE NUEVE HÍBRIDOS DE MAÍZ PARA FORRAJE EN CONDICIONES DE TEMPORAL EN LA CHONTALPA TABASCO. Barrón Freyre, S.*, Barrón Arredondo, M., Palafox Caballero, A.	311
FRECUENCIA DE ANTICUERPOS A NEOSPOROSIS Y LA RELACION CON LA FERTILIDAD DE SEMENTALES BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE EN PASTOREO EN CLIMA SUBTRÓPICAL HÚMEDO. Soto JR*, Rosete FJV, Olazarán JS, Frago IA, Banda RVM, Socci EGA, Ríos UA, Ávila BR.	317

## MANEJO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES

ESTIMACIÓN DE LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES HACIA HUMEDALES NATURALES EN TABASCO. Jiménez-López, E, Juárez-López, J. F., López-Ocaña, G., Castelán-Estrada, M.	323
RESPUESTA FISIOLÓGICA DE DOS ECOTIPOS DE <i>Tillandsia utriculata</i> L. A VARIACIONES DE TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA Y LUZ. Rosado CAT*, Reyes GC, Tamayo CM	329
ÍNDICE DE CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DE LOS SECTORES AGRÍCOLA, PECUARIO Y FORESTAL (ICA) DE OCHO CUENCAS REPRESENTATIVAS DEL SUR-SURESTE DE MÉXICO. Inurreta AHD*, Uresti DD1, Uresti GJ	337



CARACTERIZACIÓN DE LAS LLUVIAS EXTREMAS Y RIESGO DE INUNDACIÓN EN SEIS LOCALIDADES DEL ESTADO DE TABASCO. Reyes FO*, Oyosa CEM, Pérez ALP, Tinal OS, Izquierdo HJ, Arrieta RA, Rivera HB, Juárez LJF, Aceves N.L.A.	346
CAMBIO CLIMÁTICO LOCAL: TENDENCIAS EN EL ESTADO DE TABASCO DURANTE EL PERIODO 1961-2010. Méndez AJM, Ramos AC, Torres LJ, Arrieta RA, Rivera HB*, Juárez LJF1, Aceves N.L.A.	354
PRODUCTIVIDAD DEL AGUA EN DOS FECHAS DE TRASPLANTE Y DOS VARIEDADES DE CHILE HABANERO ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq.). López-López R.* A. Fierro Álvarez, I. Sánchez Cohen, M. A. Inzunza Ibarra.	362
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA E HIDROLÓGICA COMO BASE DE MANEJO DE LA MICROCUENCA "ROSA DE CASTILLA". Sáenz R.J.T.; Barrera C.G.; Hernández R.J.*; Muñoz F.H.J. y García M.J.J.*	370
CARBONO EN EL SUELO MINERAL EN BOSQUES MANEJADOS DE <i>Pinus patula</i> Schiede & Deppe. Ordóñez P. C.*; Ángeles P. G.; Ramírez M. H.; Gómez G. A.; López L. M. A. y Bojorges S. J. A.	378
PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE LA ESPECIE MEDICINAL ( <i>Justicia spicigera</i> Schlechtendal) EN OTOÑO, EN XOCHIMILCO, D. F. González López María Magdalena*; Fierro Álvarez Andrés; Rutilo López López	383
EFFECTO FOTOBLASTICO EN SEMILLAS DE LA GERMINACIÓN DE <i>Argemone ochroleuca subsp ochroleuca</i> . Fierro Álvarez Andrés*; González López María Magdalena; Rutilo López López	386
COLECTA Y CONSERVACION EX SITU DE GERMOPLASMA DE YUCA EN EL ESTADO DE VERACRUZ. Meneses M.I.*; Vásquez H.A.; Rosas G.X.; Becerra L.E.N.	391
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA NECESIDAD DE RIEGO PARA EL ESTADO DE TABASCO, MEXICO. Oyosa CEM*, Hernández GM, Arrieta RA, Rivera HB, Juárez LJF, Aceves NLA	397
ZONIFICACIÓN DE ÁREAS PRIORITARIAS DE INTERVENCIÓN EN CUENCAS DE LAS REGIONES SIERRA MADRE Y COSTA DEL ESTADO DE CHIAPAS, MÉXICO. López M. J.*; Villar S. B.; Camas G. R.; López B. W.; Arellano M. J.L.; Olvera A. D.	405
CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR AGRÍCOLA EN OCHO CUENCAS DEL SUR-SURESTE DE MÉXICO. Uresti D.D.*, Inurreta A., H. D., Ibarra G., A.X., Uresti G. J.	412

## PLANTACIONES

VARIACIÓN MORFOLÓGICA DE CARACTERÍSTICAS DEL FRUTO DE <i>Theobroma cacao</i> L. EN BANCOS DE GERMOPLASMA DE TABASCO. Ramírez-Guillermo M.A.*, Lagunes-Espinoza L.C., Gutiérrez O.A., Ortiz-García C.F. y De la Rosa-Santamaría R.	418
CRECIMIENTO E INCREMENTO A PARTIR DEL TIEMPO DE PASO PARA CAOBA ( <i>Swietenia macrophylla</i> King) EN EL EJIDO NOH BEC, QUINTANA ROO. García C. X.*, Rodríguez S. B. y Tadeo N. E. y Hernández R. J.	430
ECUACIONES PARA ESTIMAR EL DIÁMETRO NORMAL EN FUNCIÓN DEL DIÁMETRO DEL TOCÓN PARA <i>Pinus montezumae</i> Lamb. EN NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO, MICHOACÁN. Hernández R. J.*, García E. G.G., García M. J.J., García C. X., Hernández R. A. y Balmaceda V. I.	436



TOXICIDAD DE TRES ACARICIDAS PARA EL ÁCARO ROJO <i>Raoiella indica</i> Hirst (ACARI: TENUIPALPIDAE). Sánchez-Vázquez, E.P*, Osorio-Osorio, R. y Hernández-Hernández, L.U.	443
FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DEL PSÍLIDO ASIÁTICO DE LOS CÍTRICOS, <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama (HEMIPTERA: LIVIIDAE), EN LIMÓN PERSA ( <i>Citrus latifolia</i> Tanaka) EN TABASCO. Ruíz J. K. Z.* , Hernández H. L. U., Osorio O. R. y López N. J. I.	447
CARACTERIZACIÓN DEL SOMBREADO MEDIANTE RADIACIÓN FOTOSINTÉTICAMENTE ACTIVA PARA EL MANEJO DE PLANTACIONES DE CACAO ( <i>Theobroma cacao</i> L.). López-López R.* , Ojeda-Bustamante W., González-Lauck V., Montejó- Sánchez C., Jiménez-Chong J. A., M. Rodríguez-Cuevas.	451
LINALOE, UNA ESPECIE CON IMPORTANCIA ECONÓMICA. Fuentes-L ME*, Flores V R, Suárez -P EE, Carrillo A N, Ordóñez P C.	460
GUÍA PARA EL MANEJO DE LA DENSIDAD MEDIANTE PRESCRIPCIÓN DE ACLAREOS EN PLANTACIONES COMERCIALES DE TECA. Tamarit U. J. C.* , De los Santos P. H. M.	464
REGIONALIZACIÓN DE ESPECIES UTILIZADAS EN PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES EN EL ESTADO DE CAMPECHE. Jiménez CJM <sup>1</sup> *, Hernández GG <sup>1</sup> y Maya MA	470
INOCULACIÓN MICORRÍZICA Y USO DE VERMICOMPOSTA EN PLANTAS DE CAOBA ( <i>Swietenia macrophylla</i> King) EN VIVERO. Hernández G.G.* Castillo A.C de la C. Ferrera-R.C, Cetina-A.VM, Marín Q.M	476
EFFECTO DE MICROORGANISMOS EFICACES SOBRE <i>Mycosphaerella fijiensis</i> PATOGENO DE LA SIGATOKA NEGRA DEL BANANO. Ramírez, S.G.* , Álvarez, V.G.M., Aguilar, S. R. y Rodríguez. C.J. C.	484
CONTROL DE LA SIGATOKA NEGRA DEL BANANO CON MICROORGANISMOS EFICACES EN APLICACIONES ALTERNAS CON MANCOZEB. Ramírez, S.G.* , Aguilar, S. R., Álvarez, V.G.M. y Rodríguez, C. J. C.	490
POTENCIAL PRODUCTIVO Y ECONÓMICO DEL CACAO ( <i>Theobroma cacao</i> L.) EN EL SUR-SURESTE MEXICANO. Aguilar D. Y.* , Ramírez J. G., Cano G. A., Ramírez S. J., Loeza D. V., Escudero R.	500
EFFECTO DE MACOLLADORES EN 10 VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR. Miranda Marini R* , Hernández Arenas M, Hernández Estrada CA, Mendoza Mexicano M, Sumano López D.	508
VARIEDADES PROMISORIAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN VERTISOLES DEL CENTRO DE VERACRUZ. Miranda Marini R* , Hernández Estrada CA.	512
PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE <i>Pelargonium graveolens</i> L'Hér. ex W. Aiton, y <i>Aloysia citridora</i> Palau, DOS ESPECIES AROMÁTICAS Y MEDICINALES EN XOCHIMILCO, D. F. *Fierro Álvarez Andrés; González López María Magdalena; Rutilo López López.	517
PARÁMETROS DASOMÉTRICOS DE UNA PLANTACIÓN COMERCIAL DE PINUS PSEUDOSTROBUS LINDL. EN SALVADOR ESCALANTE, MICHOACÁN. González-Barraza G., García-Magaña J.J., Hernández-Ramos J.* , Muñoz-Flores H.J., García-Espinoza G.G., García-Cuevas X. y Hernández-Ramos A.	525
RENDIMIENTO CICLO SOCA DE NUEVAS VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR EVALUADAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL EN SUELOS VERTISOLES DE QUINTANA ROO. García Sandoval José Ángel* , Cervantes Preciado Jeovani, Zapata Buenfil Gonzalo.	532



SELECCIÓN MEDIANTE CRITERIOS LOCALES DE ÁRBOLES MADERABLES PARA SOMBREAR CAFETALES EN LA SIERRA NORORIENTAL DE PUEBLA. Quintanar O., J.; Roa D-, R.	541
LIMITANTES EDÁFICAS PARA LA EXPANSIÓN DE LA SUPERFICIE CULTIVADA CON PALMA ACEITERA <i>Elaeis guineensis</i> Jacq. EN LA REGIÓN SIERRA, TABASCO, MÉXICO. León N.J. A.* , Álvarez R.J.C., Salinas H.R.M., Pérez M.M.A.	546
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE EXTRACTOS DE LA MADERA Y CORTEZA DE TRES GENOTIPOS DE <i>Cedrela odorata</i> . Suárez P. E. E.* y Honorato S. J. A.	552
PRODUCCIÓN COMERCIAL DE HOJA DE PALMA JIPI ( <i>Carludovica palmata</i> Ruiz & Pav.) EN UNA PLANTACIÓN AGROFORESTAL EN YUCATÁN, MÉXICO. Centeno E., L. R.	557
AREAS CON POTENCIAL PRODUCTIVO PARA EL CULTIVO DE HULE ( <i>Hevea brasiliensis</i> Muell Arg.) DE TEMPORAL EN EL SUR-SURESTE DE MÉXICO. Ramírez J, G.* , Aguilar D, Y., Cano G, A., Ramírez S, J. H., Loeza D, V.	561
DESARROLLO DE CEDRO ( <i>Cedrela odorata</i> L.) EN UN SISTEMA DE RESTAURACIÓN FORESTAL EN YUCATÁN, MÉXICO. Rivera L. R. R.* , Centeno E. L. R.	567
DAÑOS OCASIONADOS POR <i>Naupactus cervinus</i> Boheman (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) ASOCIADO AL FOLLAJE DE CITRUS LATIFOLIA TANAKA EN EL ESTADO DE TABASCO, MÉXICO. Sumano López Dante, Maurilio Mendoza Mexicano, Rogelio Miranda Marini, Víctor Hugo Arias López	573
COMPARACIÓN DEL HIBRIDO DE PAPAYA “MSXJ” CULTIVADO EN DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN. Mirafuentes Hernández Felipe*, Felipe Santamaría Basulto, Alfonso Azpeitia Morales.	577
VARIABILIDAD ESTACIONAL DE LA FRUTA DE LIMÓN PERSA INJERTADO EN PATRON VOLKAMERIANA TOLERANTES AL VTC CON MANEJO ORGÁNICO EN HUIMANGUILLO, TABASCO. Rodríguez C. M., García G. K. Ma., Sumano L. D., Gutiérrez B. R. y Ruiz B.P.	581

## SOCIOECONOMÍA

EVALUACIÓN PRODUCTIVO- ECONÓMICO DE VAQUILLAS EN PRADERAS DE TANZANIA EN MONOCULTIVO Y ASOCIADO CON FRANJAS DE LEUCAENA. Castillo H. J.* , Góngora, G. S., Rivas, P. F.y Segura, C. V.	589
RENDIMIENTOS DE CORTES EN LA CANAL DE CORDEROS CRUZADOS KATAHDÍN CON PELIBUEY ALIMENTADOS CON DIETAS A BASE DE FORRAJE DE ALFALFA. Cantón CJ, Alcaraz RA, Domínguez RA, Quintal FJ, Rojas RO, Piña CA	596
PROGRAMA DE ASISTENCIA TÉCNICA Y CAPACITACIÓN PARA CRIADORES DE BOVINOS DE DOBLE PROPÓSITO EN CAMPECHE, MÉXICO. Rivera MJA*, Lara RMJ, Vázquez GR, Quintal FJA, Cabrera TEJ.	600
CARACTERÍSTICAS SOCIOECONOMICAS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN BOVINOS DE DOBLE PROPÓSITO EN DOS MUNICIPIOS DEL ESTADO DE CAMPECHE, MÉXICO. Lara del RMJ*, Rivera MJA, Vázquez GR, Quintal FJA, Cabrera TEJ.	607
CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA DE SEMILLAS MEJORADAS DE MAÍZ EN VERACRUZ TRÓPICO. * Jácome M. S. M.	614





COMPORTAMIENTO DE VARIABLES DEL CONTEXTO NACIONAL QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCION DE LECHE DE VACA EN MEXICO. Góngora, GS*; Vélez, IA; Jolalpa, B, JL; Moctezuma, LG; Espinoza, AJ; Espinosa, GJA.	621
RENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN EN VIVERO DE PLANTAS HÍBRIDAS DE COCOTERO. Domínguez C.E.*, Domínguez O.S.E., Domínguez O. R.F.	628
SEGUNDA EVALUACIÓN DEL GRUPO GANADERO PRODUCTOR DE CARNE “EL ESFUERZO”, EN QUINTANA ROO, MÉXICO. Cabrera TEJ*, Anguiano AA, Sosa REE, Zavaleta CMC, Góngora PRD y Pérez RJD	636
REDES DE INNOVACIÓN COMO MÉTODO PARA IDENTIFICAR UNIDADES DE PRODUCCIÓN PARA EL ESTABLECIMIENTO DE MODULOS DEMOSTRATIVOS EN LOS SISTEMAS PRODUCTO BOVINOS CARNE Y DOBLE PROPÓSITO EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO. Cabrera T E*, Rivera M JA, Quintal F JA, Lara del R M, Sosa R EE y Zavaleta C MC	644
BIOSEGURIDAD EN GRANJAS PORCINAS DE LA CHONTALPA. Vicente de la F. D., Báez R.U. A.*, García S. A. I.	651
ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL SECTOR AGROPECUARIO ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL RIO NAUTLA. Avilés, V. G*; Espinosa, G. J. A.; Uresti, J. G; Ávila, A. V, D; Martínez, C. F, E.	656
PRIORIZACION DE LAS CADENAS AGROALIMENTARIAS Y AGROINDUSTRIALES DE LA PENINSULA DE YUCATAN. Loeza D. V.M.*, Uzcanga P. N.G., Ramírez J. G., Aguilar D. Y. Cano G, A., Ramírez S, J. H.	664

## TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

APROVECHAMIENTO DE LA HARINA DE MALANGA ( <i>Colocasia esculenta</i> ) PARA PREPARAR ATOLE DE SABORES. Ruiz-Santiago F. L.*, García-Jiménez R., Cruz-Estrada C., Izquierdo-Hernández C.	675
PROCESO DE SECADO SOLAR PARA EL GRANO DE CAFÉ. Roa D., R.; Quintanar O., J.	681
UTILIZACIÓN DE UN DESECHO DE LA PRODUCCIÓN DE JUGO DE LIMÓN PERSA ( <i>CITRUS LATIFOLIA</i> ) EN LA OBTENCIÓN DE PECTINA CÍTRICA. Noguera R. L, Corzo R. L. J., Vázquez L. P.*	686
OBTENCIÓN DE XILITOL MEDIANTE HIDROGENACIÓN DE XILOSA DE OLOTE DE MAÍZ. Martínez C. A. Y., Suárez P. E. E*, Esquivel R. M. E. y Ramírez C. F. de J.	691
DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ENZIMÁTICA EXTRACELULAR DE ENDO-1,3(4)- $\alpha$ -GLUCANASA Y ASPARTIL PROTEASA A PARTIR DE <i>Aspergillus terreus</i> CULTIVADO EN SISTEMA DE FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO USANDO RESIDUOS AGRÍCOLAS COMO SUSTRATO INDUCTOR. Ventura V R*, Bautista M C	702



XXVI REUNIÓN CIENTÍFICA-TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2014 Y III SIMPOSIO INTERNACIONAL EN  
PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA TROPICAL, 6 Y 7 DE NOVIEMBRE, VILLAHERMOSA, TABASCO, MÉXICO

---



XXVI REUNIÓN CIENTÍFICA-TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2014 Y III SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA TROPICAL, 6 Y 7 DE NOVIEMBRE, VILLAHERMOSA, TABASCO, MÉXICO

---

# ANUALES





## VALIDACIÓN DE CUATRO SISTEMAS DE CULTIVO DE MAÍZ BAJO AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN LA REGIÓN NORTE DE GUERRERO

González C.M.<sup>1\*</sup>, Cantú A. M. A<sup>1</sup>, Gómez M. N. O<sup>1</sup>, González M. R.<sup>2</sup>, Bueno J.E.<sup>3</sup>, Figueroa L. H.O<sup>1</sup>

<sup>1</sup> C.E. Iguala-INIFAP, <sup>2</sup> Unidad Académica de Ciencias Agrícolas y Ambientales-UAG y <sup>3</sup> Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero-SAGARPA.

\* gonzalez.marino@inifap.gob.mx

T-2

### RESUMEN

Con el objetivo principal de evaluar el efecto de niveles de labranza y manejo de rastrojo en el comportamiento y la sustentabilidad del maíz de temporal solo y en rotación con cacahuate y soya y en asociación con mucuna, como parte de la iniciativa MasAgro, durante el ciclo PV 2013 en el Campo Experimental Iguala (CEIGUA), Gro., dependiente del INIFAP, se estableció una Plataforma Experimental en la que, bajo un diseño de bloques completos aleatorizados con cuatro repeticiones, se probaron 16 tratamientos resultantes de la combinación de cuatro niveles de labranza (Tradicional sin rastrojo (LT), Conservación con rastrojo (LCR), Conservación sin rastrojo (LCS) y Cero Labranza con rastrojo (CL) ) y cuatro sistemas de cultivo: monocultivo de maíz (M-M), asociación maíz-mucuna (M-MU), rotación maíz-cacahuate (M-C) y rotación maíz-soya (M-S) ), en los que la rotación de especies contempla al menos dos ciclos de temporal consecutivos. La parcela experimental constó de 8 surcos o hileras de siembra de 11 m de largo distanciados a 80 cm ( $11 \times 6.40 = 70.40 \text{ m}^2$ ) y la dimensión de la parcela útil para la estimación de rendimiento de grano por cada cultivo representativo del sistema sembrado en PV 2013 varió de la siguiente manera: maíz (solo o asociado con mucuna) y cacahuate, 10 m de los dos surcos centrales ( $10 \times 1.60 = 16 \text{ m}^2$ ); soya, tramos de 3 m de los dos surcos centrales ( $3 \times 1.60 = 4.8 \text{ m}^2$ ). Para la determinación de biomasa en maíz (solo o asociado con mucuna) se usó el mismo tamaño de parcela útil que para grano, y en soya 9 m de un surco adyacente a los dos centrales ( $9 \times 0.80 = 7.20 \text{ m}^2$ ). De acuerdo al análisis de varianza y las pruebas de comparación de medias (Tukey,  $\alpha=0.05$ ) a que se sometieron los datos recabados en campo, en todos los cultivos representativos de los cuatro sistemas bajo evaluación, la LCR se tradujo en incrementos del rendimiento de grano en un rango que varió del 1.5 al 36.6 % respecto a la LT, con diferencias significativas detectadas únicamente en maíz bajo el sistema M-M. En maíz (M-M y M-MU) los diversos tipos de labranza empleados no propiciaron diferencias significativas en diámetro de tallo y de mazorca, pero sí en altura de planta y longitud de mazorca en favor de los tratamientos con LCS y LCR, respectivamente, del sistema M-M. Por último, la benéfica influencia de la LCR permitió que en este caso el máximo promedio general de rendimiento de maíz ( $8,258.5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) se lograra con el sistema M-M manejado bajo tal tipo de labranza.

**Palabras clave:** Agricultura de Conservación, Labranza, Rastrojo, Sistemas de cultivo, Maíz

### INTRODUCCIÓN

Para enfrentar los riesgos que implica el cambio climático y la inestabilidad del entorno socioeconómico en la producción y el abastecimiento de alimentos básicos para la población mexicana en constante crecimiento, en octubre de 2010 se aprobó la ejecución de una estrategia nacional denominada Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro) que entre sus metas están aumentar en una década la producción de maíz (85 %) y de trigo (10 %) e impulsar la adopción de prácticas agrícolas sustentables entre los agricultores de bajos ingresos ubicados en regiones con potencial productivo medio y alto (García, 2011).

La participación de Guerrero en la estrategia MasAgro concertada en PV (2012) se fundamenta en que la entidad ocupa el quinto lugar nacional por su producción maicera de alrededor de 1.1



millones de toneladas, con un consumo per cápita de 204 kilogramos que supera al promedio nacional que es de 194 kilogramos (González, 2012). El incremento sostenible de la producción de maíz en el estado resulta estratégico por ser gran consumidor y también abastecedor de excedentes del grano a otras entidades del país. Aparte, sólo 125 mil hectáreas de las 450 mil que en promedio se siembran anualmente con maíz en Guerrero son catalogadas de alto potencial y el resto de mediano a bajo potencial en donde se practica una agricultura de subsistencia o autoconsumo (Gómez *et al.*, 2007)

Dado que el logro de la sustentabilidad en las áreas rurales implica la obtención de rendimientos altos y estables con menores impactos negativos en el medio ambiente que se traduzcan en un mayor ingreso para el productor, el componente operativo “Desarrollo sustentable con el productor” de MasAgro contempla el establecimiento de “Plataformas Experimentales”, como la que se describe en este artículo, en regiones agroecológicas estratégicas que sirvan de escenario para la prueba y desarrollo de tecnología bajo los principios de la Agricultura de Conservación (AC) en respuesta a la problemática que enfrentan los agricultores locales, en donde además concurren los técnicos asesores y productores cooperadores de los “Módulos Experimentales” vinculados a cada plataforma a eventos de capacitación y de demostración en campo.

En el ciclo PV 2013 la Plataforma Experimental ubicada en terrenos del CEIGUA-INIFAP entró oficialmente en su primer año de funcionamiento luego de que en PV 2012 cubriera el año cero cuando todavía las labores de preparación del terreno se realizaron de manera convencional no apegadas a los principios de AC. El objetivo principal de esta “Plataforma Experimental” es evaluar el efecto de niveles de labranza y manejo de rastrojo en el comportamiento y la sustentabilidad del maíz de temporal sembrado solo, asociado con la leguminosa mucuna y en rotación con cacahuate y soya, acorde con las demandas tecnológicas de los productores de las distintas regiones estatales

## MATERIALES Y MÉTODOS

Desde el ciclo PV 2012 a la plataforma MasAgro se le asignó un terreno de 1.2 ha del Campo Experimental Iguala, Km 2.5 Carretera Iguala-Tuxpan. Iguala de la Independencia, Gro. C.P. 4000 donde cada tratamiento definido desde el primer año de evaluación habrá de sembrarse por lo menos tres años consecutivos en los mismos sitios que aleatoriamente les correspondió para poder observar los beneficios que conllevan los componentes fundamentales de la AC. Las coordenadas geográficas del lugar son: 18° 20' 58.13" L.N. y 99° 30' 25.55" L.O. Se trata de un suelo plano, franco arcilloso, muy alcalino (pH: 8.06), moderadamente bajo contenido de materia orgánica (1.48 %) y fósforo (P-Olsen: 13.4 ppm), moderadamente alto en N-inorgánico (24.6 ppm) y mediano contenido de K (217 ppm). Las condiciones de la zona son: clima cálido subhúmedo Aw<sub>0</sub> (w) (e) g, precipitación media anual de 800 a 1100 mm, temperatura media 28 °C.

Con base en los tres componentes fundamentales de la AC, que son: mínima remoción de suelo, manejo del rastrojo y rotación de cultivos, para PV 2013 se definieron los 16 tratamientos que aparecen en el Cuadro 1, cuya distribución en campo se ciñó a un diseño de bloques completos aleatorizados con cuatro repeticiones por tratamiento, en donde la parcela experimental constó de ocho surcos o hileras de siembra de 11 m de largo distanciados a 80 cm ( $11 \times 6.40 = 70.4 \text{ m}^2$ ) y la dimensión de la parcela útil para rendimiento de grano varió por cada cultivo representativo del sistema sembrado en PV 2013, de la siguiente manera: maíz (solo o asociado con mucuna) y cacahuate, 10 m de los dos surcos centrales ( $10 \times 1.60 = 16 \text{ m}^2$ ); soya, tramos de 3 m de los dos surcos centrales ( $3 \times 1.60 = 4.8 \text{ m}^2$ ). Para la determinación de biomasa en maíz (solo o asociado



con mucuna) se usó el mismo tamaño de parcela útil que para grano y en soya 9 m de un surco adyacente a los dos centrales ( $9 \times 0.80 = 7.20 \text{ m}^2$ )

Las prácticas de labranza, incluyendo el manejo del rastrojo en cada caso se conceptualizaron como sigue: Cero labranza (CL): sin remoción o roturación del suelo, dejando 50 % del rastrojo en la superficie; Labranza de conservación: un rastreo (15 cm) y surcado antes de la siembra, con dos variantes, una quitando el rastrojo (LCS) y otra incorporando el 50 % de éste mediante rastreo (LCR); Labranza tradicional (LT): barbecho profundo con arado reversible de discos (30 cm) y surcado antes de la siembra, quitando el rastrojo.

Cuadro 1. Descripción de componentes de los tratamientos evaluados en la Plataforma MASAGRO del CEIGUA-INIFAP durante P.V. 2013

Núm. trat.	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo	Cultivo inicial PV 2013
1	Maíz-Cacahuete (M-C)	Labranza Tradicional (LT)	Quitar	Cacahuete
2	Maíz-Soya (M-S)	Labranza Tradicional (LT)	Quitar	Soya
3*	Maíz-Maíz (M-M)	Labranza Tradicional (LT)	Quitar	Maíz
4	Maíz-Mucuna (M-MU) (Asociados)	Labranza Tradicional (LT)	Quitar	Maíz-Mucuna
5	Maíz-Cacahuete (M-C)	Labranza de Conservación (LC)	Quitar	Cacahuete
6	Maíz-Soya (M-S)	Labranza de Conservación (LC)	Quitar	Soya
7	Maíz-Maíz (M-M)	Labranza de Conservación (LC)	Quitar	Maíz
8	Maíz-Mucuna (M-MU) (Asociados)	Labranza de Conservación (LC)	Quitar	Maíz-Mucuna
9	Maíz-Cacahuete (M-C)	Labranza de Conservación (LCR)	Incorporar el 50 %	Cacahuete
10	Maíz-Soya (M-S)	Labranza de Conservación (LCR)	Incorporar el 50 %	Soya
11	Maíz-Maíz (M-M)	Labranza de Conservación (LCR)	Incorporar el 50 %	Maíz
12	Maíz-Mucuna (M-MU) (Asociados)	Labranza de Conservación (LCR)	Incorporar el 50 %	Maíz-Mucuna
13	Maíz-Cacahuete (M-C)	Cero Labranza (CL)	Dejar encima el 50 %	Cacahuete
14	Maíz-Soya (M-S)	Cero Labranza (CL)	Dejar encima el 50 %	Soya
15	Maíz-Maíz (M-M)	Cero Labranza (CL)	Dejar encima el 50 %	Maíz
16	Maíz-Mucuna (M-MU) (Asociados)	Cero Labranza (CL)	Dejar encima el 50 %	Maíz-Mucuna

\* Práctica del productor (Testigo)

De todos los cultivos representativos de los cuatro sistemas bajo evaluación se determinó la densidad de plantas y el rendimiento de grano y en los casos del maíz (solo o asociado con mucuna) y la soya se estimó además el rendimiento de biomasa según los métodos especificados por el CIMMYT (2012). En maíz, al momento de realizar los muestreos de rendimiento se estimaron otras variables: altura de planta, diámetro de tallo y longitud y diámetro de mazorcas.



La limpieza y las labores mecanizadas de preparación del suelo se realizaron entre el 15-18 de junio, y el trazado de hileras en los lotes para cacahuete y soya bajo CL el 21 de junio. Después, en todos los lotes experimentales, antes de la siembra del cultivo correspondiente se aplicó al suelo Counter 15G para controlar plagas de la raíz.

En el Cuadro 2 se indican las variedades, fechas y densidades de siembra, fórmulas de fertilización y labores agrícolas específicas de cada uno de los cultivos representativos de los cuatro sistemas bajo evaluación, sembrados en PV 2013 conforme a los lineamientos propuestos por Gómez *et al.*, 2007; Torres y Noriega, 2002; Torres *et al.*, 2005; Manjarrez *et al.*, 2002a; Reza y Maldonado, 2005; Manjarrez *et al.*, 2002b en el arranque de la secuela de sistemas en rotación, asociación o monocultivo que se estarían evaluando a mediano plazo.

**Cuadro 2. Variedad, fecha de siembra y tecnología aplicada en cultivos sembrados en la Plataforma MASAGRO DEL CEIGUA-INIFAP durante P.V. 2013**

Cultivo y variedad	Fecha de siembra	Fórmula de fertilización	de Herbicidas, fungicidas e insecticidas aplicados (Producto y dosis por hectárea)	de Otras labores de cultivo	
Maíz H-565	20 junio Resiembra el 28 junio	90-60-00 Mitad del N al sembrar y el resto 45 días después	Primagram Gold, 2.7 L Faena, 1.5 L Finale, 1.0 L Hierbamina, 1.0 L (Sólo en lotes de CL)	Counter 15G, 7 kg Lorsban 480E, 1.0 L Pounce 4G, 7 kg (dos veces) Ambush, 0.6 L	Aclareo de plantas Deshije Deshierbes manuales (Dos veces)
Cacahuete Huitzuco-93	21 junio Resiembra el 28 junio	40-40-00 Todo al sembrar Poliquel, 2 L (Dos veces)	Harness, 1.0 L Gramoxone, 2.0 L Flex, 0.35 L Fusilade, 0.65 L	Counter 15G, 7 kg Thiram, 10 g x kg de semilla Thiodan, 0.75 L (Dos veces) Ambush, 0.65 L	Deshierbes manuales (Cuatro veces)
Soya Salcer	22 junio 1ª. resiembra el 22 julio 2ª. Resiembra el 12 agosto	46-46-00 Todo al sembrar Poliquel, 2 L	Sencor, 0.7 L Gramoxone, 2.0 L Flex, 0.35 L Fusilade, 0.65 L	Counter 15G, 7 kg Thiram, 10 g x kg de semilla Ambush, 0.65 L Folimat, 0.65 L	Descostre Deshierbes manuales (Cuatro veces)
Mucuna Var. regional	29 julio Resiembra el 16 agosto	Nada más que lo aplicado al maíz asociado	Nada más que lo aplicado al maíz asociado	Nada más que lo aplicado al maíz asociado	Deshierbes manuales (Dos veces)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No hubo contratiempos para realizar del tipo de labranza que a cada lote por tratamiento le correspondía, de tal manera que el maíz de los sistemas M-M y M-MU, y el cacahuete y la soya que están en rotación con maíz, se sembraron entre el 20 y 22 de junio (Cuadro 2). Para compensar fallas de germinación, a los ocho días después de la siembra (dds) en los lotes con maíz y cacahuete se hizo resiembra en matas donde había una sola plántula y, una semana más tarde, en los de maíz se realizó un aclareo de plantas para conseguir un mejor arreglo topológico. La marchitez casi generalizada de la soya en la siembra original y la primera resiembra (22 julio) por un efecto residual de herbicidas, obligó a realizar una segunda resiembra (12 agosto) en todos los lotes. La estimación de biomasa de soya se efectuó en plantas de la primera resiembra y el rendimiento de grano en plantas de la segunda resiembra. En los tratamientos con maíz-mucuna la germinación de la leguminosa sembrada 45 dds del maíz fue muy baja debido al periodo canicular de casi 15 días, por lo que hubo necesidad de resembrar a mediados de agosto cuando finalizó dicho periodo. Ninguno de los cultivos registró daños significativos por plagas y enfermedades.

### Tratamientos de maíz (solo y asociado con mucuna).

De acuerdo con los promedios individuales por tratamiento y repetición, en maíz solo y asociado con mucuna se registraron amplios rangos de variación principalmente en las variables: densidad de plantas (55,696-73,377 pl. ha<sup>-1</sup>), rendimiento de grano (3,951.8-8,990.4 kg.ha<sup>-1</sup>) y rendimiento de biomasa (6,469.5-15,544.5c kg.ha<sup>-1</sup>), y aunque al obtener por cada tratamiento el promedio general de las cuatro repeticiones dichos rangos se reducen, se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para estas tres variables, cuyos valores según la prueba de comparación de medias (Tukey,  $\alpha=0.05$ ) quedaron agrupados en tres distintos rangos: alto, medio y bajo. En lo que toca al rendimiento de grano, el tratamiento que ocupó el rango superior fue M-M+LCR (8,258.5 kg.ha<sup>-1</sup>), mientras que los tratamientos M-M+CL (5,655.7 kg.ha<sup>-1</sup>) y M-M+LT (6,044.8 kg.ha<sup>-1</sup>) se ubicaron en el rango más bajo. Similar comportamiento se observó en cuanto a rendimiento de biomasa, donde los tratamientos M-M+LCR (13,016 kg.ha<sup>-1</sup>) y M-MU+LCR (12,945 kg.ha<sup>-1</sup>) se situaron en el nivel más alto y el tratamiento M-M+CL (9,158 kg.ha<sup>-1</sup>) en el más bajo (Cuadro 3).

De acuerdo con los resultados del Cuadro 4, no hubo una evidente e incontrovertible relación entre niveles altos de rendimiento de grano y determinadas densidades de plantas ni sistema de cultivo porque con altas densidades de plantas, tanto en M-M como en M-MU, se registraron altos pero también bajos rendimientos de grano. Lo mismo ocurrió con el rendimiento de biomasa donde los máximos promedios se relacionaron más bien con el sistema M-MU por agregación del rastrojo del segundo cultivo que con las altas de densidades de plantas de maíz.

Se percibió cierta influencia (no cuantificada) del tipo de labranza y de la asociación de cultivos en el incremento del rendimiento de grano en maíz, ya que los más altos volúmenes se obtuvieron con los tratamientos M-MU+LC en sus dos variantes, con y sin rastrojo; mientras que el promedio más bajo de rendimiento (5,655.7 kg.ha<sup>-1</sup>) le correspondió al tratamiento M-M+CL que produjo 389.1 kg.ha<sup>-1</sup> menos que el tratamiento M-M+LT sin rastrojo considerado en este caso como testigo, aunque tal diferencia no fue significativa. La influencia benéfica de la LCR quedó evidenciada porque en este caso el máximo promedio de rendimiento de grano (8,258.5 kg.ha<sup>-1</sup>) se logró incluso con el maíz solo del sistema M-M manejado bajo este sistema de labranza.

Comúnmente las menores alturas de planta y tamaños de mazorcas se relacionan con las más altas densidades de plantas, pero en este caso tal tendencia no fue clara ni consistente, ya que el tratamiento M-M+LCS con una densidad de 62,456 pl.ha<sup>-1</sup> produjo plantas de 2.65 m de altura y mazorcas de tamaño medio (15.42 cm de longitud y 4.87 cm de diámetro), en tanto que el tratamiento testigo M-M+LT, que entre todos registró la más baja densidad de plantas (58,447 pl. ha<sup>-1</sup>), produjo plantas más bajas (2.55 m de altura) y con tamaño de mazorcas ligeramente superior al de aquél tratamiento (15.86 cm de longitud y 5.01 cm de diámetro).

El tratamiento M-M+CL, cuya densidad de plantas (62,879 pl. ha<sup>-1</sup>) alcanzó la cifra recomendada, fue sin embargo el que mostró el comportamiento más bajo de todos, en cuanto a la mayoría de los parámetros estimados: sus plantas fueron las más bajas (2.46 m de altura y 1.53 cm de diámetro de tallo), sus mazorcas las más chicas (15.17 cm de longitud y 4.93 cm de diámetro) y su rendimiento de grano se situó por debajo de las 6 t.ha<sup>-1</sup>. Estos valores quedan por debajo de los rangos normales especificados por Gómez *et al.*, 2013 para el H-565 que fue el material evaluado. Dicho comportamiento se le puede atribuir a una ineficiente siembra mecanizada y fuerte competencia de las plántulas con la maleza, dado que la densidad de plantas inicial en promedio fue 10,228 plantas menor a la requerida, déficit que se subsanó con plantas de resiembra que mostraron desarrollo más lento.





**Cuadro 3. Comparación de medias de rendimiento de grano y biomasa y otras características agronómicas en los tratamientos de maíz evaluados en la Plataforma MASAGRO DEL CEIGUA-INIFAP durante P.V. 2013**

Tratamiento			Densidad plantas por ha	Altura planta (cm)	Diám. tallo (cm)	Mazorca (cm)		Rend. grano 12% H <sub>2</sub> O (kg ha <sup>-1</sup> )	Rend. Biomasa (kg ha <sup>-1</sup> )
Rotación	Labranza	Rastrojo				Longitud	Diám.		
M-M	LCR	Dejar	60,410 b	258.7 ab	1.66 a	17.05 a	5.04 a	8,258.5 a	13,016 a
M-MU	LCS	Quitar	63,011 ab	258.8 ab	1.60 a	15.96 ab	4.89 a	7,669.1 ab	12,053 ab
M-MU	LCR	Dejar	61,230 b	253.2 ab	1.57 a	16.49 ab	4.93 a	7,200.4 ab	12,945 a
M-MU	LT	Quitar	59,520 b	263.1 a	1.70 a	16.69 ab	4.92 a	7,094.6 ab	11,026 ab
M-M	LCS	Quitar	62,456 b	265.6 a	1.64 a	15.42 ab	4.87 a	6,893.6 ab	11,123 ab
M-MU	CL	Dejar	69,828 a	246.6 b	1.52 a	15.84 ab	4.92 a	6,596.8 ab	10,559 ab
M-M	LT	Quitar	58,447 b	255.2 ab	1.58 a	15.86 ab	5.01 a	6,044.8 b	10,077 ab
M-M	CL	Dejar	62,879 ab	246.3 b	1.53 a	15.17 b	4.93 a	5,655.7 b	9,158 b
Coeficiente de variación			4.97226	2.59309	6.00505	4.46923	3.01809	13.38542	14.07752
Media General			62,223	255.9	1.60	16.06	4.94	6,926.6	11,244
DMS (Tukey, α=0.05)			7,245	15.5	0.22	1.68	0.34	2,171.3	3,707

Valores con las mismas letras dentro de cada columna son estadísticamente iguales entre sí.

M-M= Monocultivo maíz; M-MU= Asociación maíz mucuna.

LCR= Labranza de Conservación con 50% de rastrojo incorporado; LCS= Labranza de Conservación quitando todo el rastrojo. LT= Labranza Tradicional quitando todo el rastrojo; CL= Cero Labranza con 50 % de rastrojo encima

#### Tratamientos de cacahuete

A diferencia de lo que se observó en maíz, en el cultivo del cacahuete el mejor promedio de rendimiento al considerar los resultados de las cuatro repeticiones le correspondió al tratamiento manejado con CL (2,308.2 kg.ha<sup>-1</sup>) sin importar que su valor global de densidad de plantas (43,438 pl.ha<sup>-1</sup>) haya sido inferior a la recomendada por Torres y Noriega (2002), y mucho menor a las del resto de tratamientos (Cuadro 4). Aunque el tratamiento bajo LT fue el que más se ajustó a la densidad de plantas recomendada, en cuanto a rendimiento fue relegado al penúltimo lugar. Si bien es cierto que la CL de nueva cuenta influyó en la baja densidad de plantas, éstas durante todo el periodo crítico de desarrollo del cultivo no compitieron con la maleza, ya que la mezcla de herbicidas aplicados 2 dds controló eficazmente la maleza presente e impidió nuevos brotes.

**Cuadro 4. Comparación de medias de rendimiento y densidad de plantas en tratamientos de cacahuete evaluados en la Plataforma MASAGRO DEL CEIGUA-INIFAP DURANTE P.V. 2013**

Tratamiento			Dens. plantas por ha	Rend. grano 12 % H <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )
Rotación	Labranza	Rastrojo		
M-C	LCS	Quitar	59,063 a	1,828.8 a
M-C	LCR	Dejar	57,813 a	2,041.9 a
M-C	LT	Quitar	55,625 ab	1,953.1 a
M-C	CL	Dejar	43,438 b	2,308.2 a
Promedio General			53,984	2,033.0
Coeficiente de variación			12.11949	17.68420
DMS (Tukey, α=0.05)			13,735	754.7

Valores con las mismas letras dentro de cada columna son estadísticamente iguales entre sí.

M-C= Rotación maíz-cacahuete, iniciando con cacahuete en PV2013

LCR= Labranza de Conservación con 50% de rastrojo incorporado.

LCS= Labranza de Conservación quitando todo el rastrojo.

LT= Labranza Tradicional quitando todo el rastrojo

CL= Cero Labranza dejando 50 % de rastrojo encima



### Tratamientos de soya

Al promediar los resultados de las cuatro repeticiones, el tratamiento que figura en primer lugar en lo que se refiere a producción de biomasa seca es M-S+LCR que produjo 4,220.7 kg.ha<sup>-1</sup>. No se detectaron diferencias entre tratamientos en cuanto rendimientos de biomasa seca ni tampoco en densidades de plantas en la etapa de floración cuando se muestreó la biomasa (Cuadro 5). Tampoco se detectaron diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a rendimiento de grano, pero según se observa en el Cuadro 8, sólo los tratamientos con LCR y LCS alcanzaron rendimientos equiparables al promedio estatal (3,400 kg.ha<sup>-1</sup>) factibles de obtenerse, aun cuando por promedio general sus densidades de plantas al final se ubicaron un 41-42 % por debajo de las recomendadas (Reza y Maldonado, 2005).

Cuadro 5. Comparación de medias de densidades de planta y rendimientos de grano y biomasa de tratamiento de soyas evaluadas en la Plataforma MASAGRO DEL CEIGUA-INIFAP DURANTE P.V. 2013.

Tratamiento			Densidad plantas por ha*	Rend. grano 12 % H <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )	Densidad plantas por ha**	Rend. Biomasa seca (kg ha <sup>-1</sup> )
Rotación	Labranza	Rastrojo				
M-S	LCS	Quitar	172,266 a	3,139.9 a	449,457 a	3,429.4 a
M-S	LCR	Dejar	174,965 a	3,109.6 a	532,180 a	3,394.4 a
M-S	LT	Quitar	154,840 a	2,374.5 a	498,864 a	4,220.7 a
M-S	CL	Dejar	158,322 a	2,227.3 a	503,125 a	3,057.8 a
Promedio General			165,097	2,712.8	495,906	3,525.5
Coeficiente de variación			13.19664	22.40805	7.98957	38.58273
DMS (Tukey, α=0.05)			45,737	1,280.3	83,174	2,855.5

\* Estimada en la cosecha; \*\* Estimada en la etapa de floración

Valores con las mismas letras dentro de cada columna son estadísticamente iguales entre sí.

M-S= Rotación maíz soya, iniciando con soya en PV 2013

LCS= Labranza de conservación quitando todo el rastrojo.

LT= Labranza Tradicional quitando todo el rastrojo

LCR= Labranza de conservación con 50 % de rastrojo incorporado

CL= Cero labranza quitando todo el rastrojo

### CONCLUSIONES.

En todos los cultivos representativos de los cuatro sistemas evaluados, la labranza de conservación dejando 50% del rastrojo (LCR) se tradujo en incrementos en el rendimiento de grano que varían del 1.5 al 36.6 % respecto a la labranza tradicional sin rastrojo (LT), pero las diferencias sólo fueron significativas para maíz del sistema monocultivo (M-M) bajo LCR

La influencia benéfica de la LCR permitió el máximo promedio de rendimiento de maíz (8,146 kg.ha<sup>-1</sup>) se lograra con el sistema M-M manejado con este tipo de labranza.

En maíz (solo y asociado con mucuna) los diversos tipos de labranza empleados propiciaron diferencias significativas en altura de planta y longitud de mazorcas, pero no se manifestó en el diámetro de tallo y de mazorca.

Es a mediano plazo cuando se observa la influencia del manejo del rastrojo sobre el mejoramiento de la calidad del suelo y el rendimiento del cultivo.

### LITERATURA CITADA

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 2012. Manual de determinación de rendimiento. México, D.F. 36 p.



- García K. 2011. Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional. CIMMYT, Gob. De Guerrero, SAGARPA. (Ponencia audiovisual)
- Gómez M. N. O., González C.M., Manjarrez S. M., Murillo N.P. y Cruzaley S. R. 2007. Manual para producir maíz en el estado de Guerrero. CIRPAS, CEIGUA. Iguala, Gro. 36 p. (Folleto para Productores Núm. 15)
- Gómez M. N. O., Cantú A. M. A., Sierra M. M., Hernández G. C. A., Espinosa C. A. y González C. M. 2013. H-565, Nueva alternativa de maíz para el trópico bajo de México. CEIGUA, CIRPAS; INIFAP. Iguala, Gro. 54 p. (En edición).
- González C. M. 2012. Guerrero abre sus puertas a MasAgro. En IACe Año IV. Núm. 11. p. 9.
- Manjarrez S. M., Murillo N. P., Hernández H. H. y Aguilar J. A. 2002a. Maíz asociado con mucuna. Excelente sistema de producción para el ganadero guerrerense. CIRPAS, CEIGUA. Iguala, Gro. 12 p. (Folleto para Productores Núm. 8).
- Manjarrez S. M, Murillo N. P, Aguilar J., A y Salmerón E. J. 2002b. Soya forrajera, una alternativa para el productor ganadero del estado de Guerrero. CIRPAS, CEIGUA. Iguala, Gro. 8 p. (Folleto para Productores Núm. 10)
- Reza AR y Maldonado M, N. 2005. Guía para cultivar soya en el estado de Guerrero. CIRPAS, CEIGUA. Iguala, Gro. 16 p. (Folleto para Productores Núm. 12).
- Torres J. I. C. y Noriega C. D. H. 2002. Guía para producir cacahuete de temporal en la región Norte de Guerrero. CIRPAS, CEIGUA. Iguala, Gro. 27 p. (Folleto para Productores Núm. 9).
- Torres J. I. C., Hernández S. J. H., Sánchez D. S., Barrera O. A., Alvarado M. S., Martínez G. C., Muñoz O. A., Santacruz V. A., y Soriano B. M. 2005. Guía para cultivar cacahuete de temporal en la cuenca del Alto Balsas. INIFAP, CP, UACH, UAG. Zacatepec, Mor. 28 p. (Folleto para Productores Núm. 41).



## RESISTENCIA DE GENOTIPOS DE MAÍZ AL “COMPLEJO MANCHA DE ASFALTO” (*Phyllachora maydis*) EN LA FRAILESCA, CHIAPAS

<sup>1</sup>Martínez S. J.\*, Espinosa P. N<sup>1</sup> y Domínguez V. S.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Investigadores del Campo Experimental Centro de Chiapas-INIFAP. km 3. Carretera Ocozocoautla-Cintalapa. C.P. 64120. Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México.

T-10

### RESUMEN

El “Complejo Mancha de Asfalto” del Maíz (CMA) es una enfermedad foliar que afecta más de 500 mil hectáreas en los estados de Nayarit, Guerrero, Oaxaca, Veracruz y Chiapas. Cuando la infección es severa en la etapa de embuche o en floración, la pérdida del rendimiento de grano puede ser total. En el estado de Chiapas se reportó hace más de tres décadas; sin embargo, en los años 2010, 2011 y 2012 registró su mayor incidencia y severidad de la última década. En este contexto, se evaluó el comportamiento de 25 genotipos de maíz por su rendimiento y tolerancia al “Complejo Mancha de Asfalto”, en la zona con mayor presión del CMA de la Frailesca, Chiapas. Se estableció un ensayo con un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Considerando variables morfológicas, fenológicas, el rendimiento de grano y la incidencia y severidad del CMA. Los datos se analizaron mediante análisis de varianza, prueba de medias (Tukey) y análisis de correlación. El análisis de varianza detectó diferencias significativas para las variables altura de planta, altura de mazorca, días a floración masculina y femenina, el rendimiento de grano, número de mazorcas totales y mazorcas buenas por metro cuadrado, así como en la severidad del CMA. Los genotipos con mayor resistencia expresada en rendimiento de grano y menor severidad del CMA fueron: H-563, H-565, H-377, DK-390 y PIONNER1. Por su parte, las variedades V-560 y V-424 presentaron escape a la enfermedad por precocidad como medida de manejo alternativa.

**Palabras clave:** *Monographella maydis*, *Coniothyrium phyllachorae*, maíz, Chiapas.

### INTRODUCCIÓN

Actualmente, Chiapas ocupa el quinto lugar nacional en producción de maíz para grano. En el 2012 se sembraron 705 mil 241 hectáreas (ha) y se alcanzó una producción de 1 millón 404 mil 679 toneladas (t) con un rendimiento promedio de 1.99 t/ha. En superficie sembrada Chiapas ocupa el primer lugar en México. Sin embargo, el rendimiento promedio estatal se encuentra 1.20 t/ha por debajo de la media nacional (SIAP, 2014).

Los Distritos de Desarrollo Rural (DDR) con mayor producción anual son: Comitán, Palenque, Tuxtla Gutiérrez y Villaflores, que en conjunto aportan el 74 % de la producción de maíz del estado. En términos de productividad, destaca el DDR Villaflores (que abarca los municipios que componen la región Frailesca) con un rendimiento promedio de 3.6 t/ha en 55 mil 537 ha cultivadas con maíz (SIAP, 2014).

Se ha determinado que este DDR tiene 84 mil 095 hectáreas con potencial clasificado como muy bueno para la producción de maíz, principalmente en los municipios de Villa Corzo, La Concordia y Villaflores. El sistema de producción dominante es el monocultivo de maíz, alto uso de semillas mejoradas pero también alto costo de los agroinsumos, lo que ha limitado la utilización de paquetes tecnológicos integrales por parte de los productores (López *et al.*, 2008).

En este DDR el cultivo de maíz presenta las siguientes limitantes para expresar su máximo potencial: deficiencias en la organización y capacitación de productores, descapitalización por créditos limitados, caros e inoportunos, falta de transferencia de tecnología, escasa asistencia



técnica, limitado uso de equipo agrícola para disminuir los costos y elevar la producción. La presencia de sequía intraestival en los meses de julio y agosto, la cual ocurre cada cuatro años de manera severa, la erosión del suelo en condiciones de terraza con tasas de más de 50 toneladas por año, entre otras (López *et al.*, 2008).

También, en los últimos años ha incrementado la incidencia de enfermedades foliares y de la mazorca. Durante los años 2010, 2011 y 2012; hubo afectaciones severas por el “Complejo Mancha de Asfalto” del Maíz, conocido en la región como “el chamusco”, denominado de esta manera; debido a que esta enfermedad puede causar la muerte prematura de la planta, causando quemaduras en el follaje que pueden alcanzar el 100% de las hojas. De manera que si la enfermedad se presenta en la etapa de floración del cultivo, los niveles de pérdida varían entre 30 y 100 % (Mahuku *et al.*, 2013).

La enfermedad es provocada por al menos tres hongos; los cuales se presentan en una secuencia bien definida, lo que permite un diagnóstico inicial oportuno. El conocimiento y reconocimiento de esta enfermedad, permite tomar medidas de prevención y manejo en campo para disminuir las pérdidas y mejorar los ingresos de los productores de maíz.

Se ha determinado que el desarrollo propicio del complejo requiere de una temperatura promedio mensual de 16 a 18 °C con una oscilación de 5 a 7 °C, un mínimo de 150 mm de lluvias por mes, 10 a 20 días nublados por mes, una baja insolación media anual de 1800 a 1900 horas y una evaporación anual de más de 500 mm, mientras el maíz se encuentre en su fase propicia de crecimiento (Hock *et al.*, 1989), que generalmente comprende el periodo de hoja bandera hasta la floración.

En campo, el primer síntoma es la presencia de puntos negros (clípeos) en la superficie de las hojas con 0.5 a 2.0 mm de diámetro y puede formar estrias hasta de 10 mm de longitud, que corresponden a la presencia del hongo *Phyllachora maydis*. Posteriormente, en condiciones climáticas propicias, se desarrolla un halo necrótico alrededor de las lesiones de *P. maydis* ocasionado por *Monographella maydis* (el segundo hongo). Por lo regular, *M. maydis* infecta alrededor de la floración, pero se pueden manifestar también infecciones tempranas cuando las plantas tienen de ocho a 10 hojas. Este síntoma típico creado por la asociación de ambos hongos también ha sido llamado “ojo de pescado”. En el caso del ataque por *Coniothyrium phyllachorae* (el tercer hongo) el halo necrótico de *M. maydis* es más pequeño, redondo y no ovalado como regularmente aparece, viéndose la mancha central de *P. maydis* más grande y abultada (Hock *et al.*, 1989).

Bajo condiciones favorables para los patógenos el follaje de la planta puede secarse completamente en menos de ocho días por la fusión de las lesiones de los tres agentes y además por la producción de una toxina (Hock *et al.*, 1989).

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) a través del Campo Experimental Centro de Chiapas (CECECH) ha generado recomendaciones técnicas para la producción sustentable de maíz en Chiapas, con información de dosis de fertilización, control de plagas, control de malezas, cultivos en relevo, sistema de maíz intercalado con árboles frutales (MIAF) y prácticas de conservación de suelo, sin embargo; con el resurgimiento del “Complejo Mancha de Asfalto”, se hizo necesario proponer alternativas que reduzcan los daños por esta enfermedad. En este trabajo se presentan los resultados sobre la resistencia de genotipos de maíz al “Complejo Mancha de Asfalto de maíz” en la región Frailesca de Chiapas.



## Objetivos

Evaluar el comportamiento de 25 genotipos de maíz en la región Frailesca de Chiapas por su rendimiento de grano, componentes de rendimiento y resistencia al “Complejo Mancha de Asfalto” del maíz (CMA).

Seleccionar los genotipos que presenten mayor rendimiento de grano y menor incidencia y severidad del CMA.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el ejido de Guadalupe Victoria que pertenece a la cabecera municipal de Villaflores. Se encuentra entre las coordenadas geográficas 16°27'27" de latitud norte y 93°07'00" de longitud oeste y se ubica a una altitud de 760 msnm. Los tipos de clima que predominan en esta localidad son: cálido húmedo, semicálido y templado. La precipitación pluvial media es de 1700 a 2000 mm anuales. Los tipos de suelos predominantes son: Regosol, Litosol y Luvisol (INEGI, 2010). En esta localidad la Junta Local de Sanidad Vegetal de la Frailesca, registró en el año 2012 un total de 431 productores afectados por el CMA para una superficie total de 1367.7 hectáreas.

Cuadro 1. Genotipos evaluados por su tolerancia al Complejo Mancha de Asfalto en la Frailesca, Chiapas.

No.	Híbrido o variedad	Empresa
1	RW-4000	AMERICAN SEEDS
2	RW-4001	AMERICAN SEEDS
3	RW-5000	AMERICAN SEEDS
4	H-520	PROASE
5	PAS-522	PROASE
6	PAS-524	PROASE
7	ARES	UNISEM
8	PEGASO	UNISEM
9	PERSEO	UNISEM
10	EROS	UNISEM
11	DK-390	DEKALB
12	DK-390A	DEKALB
13	P4082W	PIONER
14	PIONNER1	PIONER
15	H-563	PROSESO*
16	H-565	PROSESO
17	H-377	PROSESO
18	H-516	PROSESO
19	V-560	INIFAP
20	CRIOLLO JARRITO	CRIOLLO (GUADALUPE VICTORIA)
21	HS-23	CRISTIANI BURKARD
22	HS-27	CRISTIANI BURKARD
23	HS-55	CRISTIANI BURKARD
24	V-424	PROASE
25	VS-535	PROASE

\*Híbridos generados por INIFAP que comercializa PROSESO.

En esta evaluación se utilizaron 24 genotipos de maíz que se comercializan en la región Frailesca, también se consideró una variedad criolla que los productores de Guadalupe Victoria identifican como tolerante al CMA (Cuadro 1). Para la distribución de los genotipos se empleó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. En todas las localidades; la unidad experimental estuvo constituida por tres surcos de cinco metros de longitud. Se sembraron 11 matas por surco, a una distancia de 0.5 m, depositando tres semillas por mata

para posteriormente, después de la emergencia, dejar dos plantas por mata. La siembra se llevó a cabo el 19 de junio de 2013. Con la finalidad de evaluar la respuesta de los genotipos al CMA, no se aplicó ningún ingrediente activo para el control de las enfermedades foliares, el control de malezas y plagas se homogenizó para todos los tratamientos.

En todos los experimentos, se tomaron variables relacionadas con las características morfológicas de las plantas: altura de planta, altura de mazorca y su fenología: días a floración masculina y días a floración femenina. Para evaluar el daño por mancha de asfalto se determinó la incidencia y severidad de la enfermedad. La incidencia del CMA se determinó en cada unidad experimental, en el surco central, con la fórmula: incidencia (%) = (número de plantas con síntomas de mancha de asfalto/25 plantas x 100). Para evaluar la severidad, se utilizó la escala descrita por Espinosa *et al.* (2004) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Escala de evaluación de severidad de daño ocasionado por el complejo mancha de asfalto del maíz.

Valor	Índice de severidad	Rango (%)	Promedio (%)
0	Sano	0	0.0
1	Muy ligero	0 < x £10	5.0
2	Ligero	10 < x £30	20.0
3	Moderado	30 < x £60	45.0
4	Severo	60 < x £85	72.5
5	Extremadamente severo	85 < x £100	92.5

Trazas = 0.1; <0.5 se promedia con trazas y el valor resultante es 0.3.

La medición de la severidad se hizo en la hoja que envuelve la mazorca y las dos hojas inferiores inmediatas a ella (Pereyda-Hernández *et al.*, 2009). Esta variable se expresó como porcentaje del área total dañada en las tres hojas.

Con la finalidad de evaluar la incidencia y severidad de los tratamientos de manera congruente, la determinación de estos indicadores en todas las unidades experimentales, se hizo en dos momentos; la primera a los 60 días después de la siembra (DDS) y la segunda a los 85 DDS.

Para la determinación del rendimiento de grano se utilizó la metodología y cálculos propuestos por el CIMMYT (2012).

### Análisis de la información

Los datos en porcentaje se transformaron antes de su análisis con la función arcoseno y junto con las otras variables; se analizaron mediante análisis de varianza, la prueba comparativa de medias por el método de Tukey y análisis de correlación entre las variables por el método de Pearson. Se utilizó el programa estadísticos SAS versión 9.1.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los análisis de varianza, se registraron diferencias significativas en la altura de planta y mazorca, días a floración masculina y femenina, el rendimiento de grano, número de mazorcas totales y mazorcas buenas por metro cuadrado, así como en la severidad del CMA (Cuadro 3).

Cuadro 3. Significancia estadística de las diferencias entre 25 genotipos de maíz evaluados en Guadalupe Victoria, Villaflores, Chiapas, por su rendimiento de grano y resistencia al CMA.

F.V	AM	AP	DFM	DFE	ASI	RG	MAZ m <sup>2</sup>	MB m <sup>2</sup>	MMA m <sup>2</sup>	%MB	SCMA	GP
Bloque	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**	**	*	NS
Variedad	**	**	**	**	NS	**	**	**	NS	NS	**	NS



F. V. = fuente de variación; AM = altura de mazorca (cm); AP = altura de planta (cm); DFM = días a floración masculina; DFF = días a floración femenina; ASI = asincronía floral; RG = rendimiento de grano (t/ha); MAZ m<sup>2</sup> = mazorcas malas por metro cuadrado; %MB = Porcentaje de mazorcas buenas; SCMA = severidad del Complejo Mancha de Asfalto (%); GP = grano podrido (t/ha).

Hubo variabilidad en las características de los 25 genotipos evaluados, la altura de planta y mazorca osciló de 1.18 a 0.65 y de 2.67 a 1.83 m, respectivamente. La mayor altura de planta se registró en el criollo jarrito, y las menores en las variedades tipo precoz V-424 y V-560. El resto de los genotipos presentó valores intermedios acorde con lo reportado por el centro de investigación o empresa que proporcionó la semilla (Cuadro 4).

Comportamiento similar se presentó en los días a floración masculina y femenina, los rangos para estas variables estuvieron entre 52 a 62 DDS y 53 a 63 DDS, respectivamente. Nuevamente el criollo Jarrito fue el material más tardío y las variedades V-424 y V-560 las más precoces. El resto de los genotipos presentó valores intermedios entre 57 y 61 DDS (Cuadro 4).

En todos los genotipos la incidencia fue de 100%, pero con distinto grado de severidad. Del total de genotipos, los híbridos PIONNER1, H-563, H-565, H-377, el criollo JARRITO, DK-390 y las variedades V-424 y V-560 se clasificaron en la clase 1 de la escala de severidad (daño muy ligero).

Para los híbridos H-563, H-565 y H-377 existen reportes que indican que estos genotipos son resistentes al CMA en ambientes con presión de esta enfermedad en los estados de Guerrero, Chiapas, Veracruz y Jalisco (Gómez *et al.*, 2013a y b; Mahuku *et al.*, 2013). Por su parte, PIONNER1 y DK-390 son materiales nuevos de las compañías DUPONT y Monsanto (se desconocen sus progenitores) y saldrán al mercado con la etiqueta de tolerantes al CMA. En el caso de las variedades V-424 y V-560 que son precoces, estas escaparon a la época en la que se dieron las condiciones para la enfermedad pero su rendimiento de grano fue menor, este mecanismo constituye otra de las alternativas para el manejo del CMA. La variedad nativa llamada localmente criollo Jarrito, tuvo un rendimiento de 4.59 t/ha superando a los híbridos de La empresa UNISEM, esto representa la posibilidad de seleccionar poblaciones superiores de la diversidad del maíz nativo con resistencia genética a la enfermedad y de rendimiento aceptable.

Para los híbridos H-563, H-565 y H-377 existen reportes que indican que estos genotipos son resistentes al CMA en ambientes con presión de esta enfermedad en los estados de Guerrero, Chiapas, Veracruz y Jalisco (Gómez *et al.*, 2013a y b; Mahuku *et al.*, 2013). Por su parte, PIONNER1 y DK-390 son materiales nuevos de las compañías DUPONT y Monsanto (se desconocen sus progenitores) y saldrán al mercado con la etiqueta de tolerantes al CMA. En el caso de las variedades V-424 y V-560 que son precoces, estas escaparon a la época en la que se dieron las condiciones para la enfermedad pero su rendimiento de grano fue menor, este mecanismo constituye otra de las alternativas para el manejo del CMA. La variedad nativa llamada localmente criollo Jarrito, tuvo un rendimiento de 4.59 t/ha superando a los híbridos de La empresa UNISEM, esto representa la posibilidad de seleccionar poblaciones superiores de la diversidad del maíz nativo con resistencia genética a la enfermedad y de rendimiento aceptable.





Cuadro 4. Características de planta, fenología, rendimiento de grano y severidad del CMA y la PM en 25 genotipos de maíz evaluados en Guadalupe Victoria, Villaflores, Chiapas.

GENOTIPO	AM	AP	DFM	DFF	RG	MAZ m <sup>2</sup>	MB m <sup>2</sup>	MMA m <sup>2</sup>	%MB	SCMA	GP
RW-4000	0.99 ab <sup>+</sup>	2.48 ab	59c	60c	5.21 abc	4.68 abcde	4.37 abc	0.31 a	93.97 a	12.27 h	0.28a
RW-4001	0.87 bcdef	2.39 abcd	59c	60c	5.42 abc	5.19 abc	4.81 ab	0.37 a	92.87 a	14.27 fg	0.01a
RW-5000	0.74 def	2.28 bcde	59c	60c	3.95 abc	4.12 cde	3.75 bc	0.37 a	90.71 a	16..27 e	0.13a
H-520	0.87 bcdef	2.33 bcde	56f	57f	4.11 abc	5.0 abcd	4.68 abc	0.31 a	94.56 a	25.30 d	0.13a
PAS-522	0.96 abcd	2.46 ab	59c	60c	5.36 abc	4.87 abcd	4.56 abc	0.31 a	93.75 a	7.80 i	0.14a
PAS-524	0.91 bcde	2.30 bcde	59c	60c	4.97 abc	4.87 abcd	4.81 ab	0.06 a	98.68 a	8.33 i	0.08a
ARES	0.78 bcdef	2.23 bcde	58d	59d	4.18 abc	4.20 bcde	3.62 bc	0.56 a	86.94 a	26.40 cd	0.19a
PEGASO	0.80 bcdef	2.35 abcde	58d	59d	4.51 abc	4.5 abcde	3.93 bc	0.56 a	88.36 a	28.25 b	0.29a
PERSEO	0.86 bcdef	2.43 abc	59c	60c	4.51 abc	4.43 abcde	4.25 abc	0.19 a	96.31 a	31.00 a	0.33a
EROS	0.81 bcdef	2.35 abcde	58d	59d	3.52 bc	3.87 de	3.62 bc	0.25 a	88.89 a	13.30 gh	0.30a
DK-390	0.94 bcd	2.38 abcd	58d	59d	6.68 ab	4.68 abcde	4.68 abc	0.0 a	100.0 a	3.37 lm	0.0a
DK-390A	0.96 abcd	2.38 abcd	59c	60c	7.03 a	5.37 ab	5.25 ab	0.12 a	98.07 a	15.00 ef	0.10a
P4082W	0.83 bcde	2.37 abcd	58d	59d	4.0 abc	4.5 abcde	4.37 abc	0.12 a	97.29 a	8..37 i	0.0 a
PIONNNER1	0.87 bcdef	2.40 abcd	58d	59d	5.73 abc	4.75 abcde	4.63 abc	0.13 a	97.5 a	4.75 jkl	0.05a
H-563	0.88 bcde	2.20 bcde	60b	61b	5.75 abc	4.31 abcde	4.18 abc	0.13 a	97.0 a	2.89 m	0.17a
H-565	0.90 bcde	2.37 abcd	60b	61b	6.62 ab	4.68 abcde	4.31 abc	0.37 a	91.92 a	3.35 lm	0.20a
H-377	0.76 cdef	2.12 cdef	59c	60c	4.72 abc	4.5 abcde	4.37 abc	0.12 a	97.06 a	3.50 lm	0.07a
H-516	0.80 bcdef	2.09 def	59c	60c	3.90 abc	4.75 abcde	4.18 abc	0.56 a	86.46 a	12.17 h	0.09a
V-560	0.70 ef	2.03 ef	53g	54g	3.10 c	3.87 de	3.50 c	0.37 a	89.39 a	4.70 kl	0.17a
C-JARRITO	1.18 a	2.67 a	62a	63a	4.59 abc	3.62 e	3.50 c	0.12 a	97.22 a	4.25 klm	0.03a
HS-23	0.97abc	2.42 abcd	57e	58e	4.67 abc	5.5 a	5.31 a	0.19 a	96.68 a	5.65 jk	0.22a
HS-27	0.89 bcde	2.32 bcde	57e	58e	4.79 abc	4.12 cde	3.87 bc	0.25 a	93.75 a	6.20 j	0.26a
HS-55	0.82 bcdef	2.36 abcde	57e	58e	5.07 abc	5.0 abcd	4.68 abc	0.31 a	93.98 a	7.85 i	0.0a
V-424	0.65 f	1.83 f	52b	53b	2.84 c	4.25 bcde	3.62 bc	0.62 a	86.61 a	4.60 kl	0.18a
VS-535	0.99 ab	2.45 ab	59c	60c	3.36 bc	4.19 bcde	4.9 bc	0.19 a	98.97 a	27.25 cd	0.38a

AM = altura de mazorca (cm); AP = altura de planta (cm); DFM = días a floración masculina; DFF = días a floración femenina; ASI = asincronía floral; RG = rendimiento de grano (t/ha); MAZ m<sup>2</sup> = mazorcas malas por metro cuadrado; %MB = Porcentaje de mazorcas buenas; SCMA = severidad del Complejo Mancha de Asfalto (%); GP = grano podrido (t/ha). <sup>+</sup>Medias con la misma letra en columna no son estadísticamente diferentes.



Los genotipos con más de 20 % de severidad fueron: H-520, ARES, PEGASO, PERSEO y VS-535. Los cuales se clasificaron en la clase de tres de la escala de severidad (Moderado). Los rendimientos más altos se registraron en los híbridos DK-390 y DK-390A con clasificaciones de 1 y 2 en la escala de severidad. Estos genotipos tuvieron diferencias estadísticas con los genotipos V-560, V-424, VS-535 y EROS que fueron los de menor rendimiento. En este estudio, la severidad del CMA se correlacionó de manera negativa (-0.343) con el rendimiento de grano; mientras que la relación del rendimiento con el porcentaje de mazorcas buenas fue positiva (0.384), ambas variables con un coeficiente de correlación muy bajo.

No se recomienda la siembra de los genotipos catalogados como más susceptibles al CMA en los municipios y localidades en donde se ha registrado la presencia del CMA. En ciclos de cultivo cuando las condiciones ambientales para el desarrollo de la enfermedad se presenten en la etapa de floración, su siembra constituye un mayor riesgo (Pereyda-Hernández *et al.*, 2009).

Los manuales de metodología para identificar variedades resistentes a enfermedades, recomiendan la inoculación artificial como un medio efectivo para seleccionar variedades, sin embargo, en el campo una variedad resistente mantiene su viabilidad por algunos años y luego se torna susceptible a un patógeno. No es que la constitución genética de la variedad cambie; lo que cambia es la constitución genética del patógeno, para causar efectos negativos. Por eso es recomendable realizar evaluaciones y selección de variedades en lugares donde la presencia de patógenos se da de manera natural, porque es ahí donde ellos están cambiando. Los materiales seleccionados constituyen una alternativa a corto plazo (Wellhausen *et al.*, 1984).

Es deseable contar con una amplia gama de variedades que presenten resistencia genética al CMA, ya que algunos materiales señalados como resistentes en algunos lugares, han mostrado ser susceptibles en otros, lo cual pone de manifiesto la variabilidad patogénica del CMA (Garrido, 1986).

La prevención es una herramienta clave en el manejo integrado de la enfermedad, desde 1989 existen fungicidas eficaces para el control del “Complejo Mancha de Asfalto”, pero por cuestiones económicas y de impacto ambiental, se recomienda el uso de materiales mejorados que han mostrado un buen nivel de resistencia.

La siembra extensiva de materiales que no fueron generados en programas de resistencia a enfermedades constituye un grave problema; ya que se incrementa el área foliar disponible para el complejo de patógenos y la severidad de la enfermedad puede llegar al grado de pandemia.

En la región Frailesca, existen diversos programas que subsidian la compra de semillas mejoradas, es prioritario, promover en estos programas el uso de materiales resistentes, con esta estrategia de prevención se reduce el área susceptible a desarrollar la enfermedad y se impacta positivamente en el ambiente al evitar la aplicación de productos químicos.

## CONCLUSIONES

Los genotipos H-563, H-565, H-377, DK-390 y PIONNER1 tuvieron los niveles más bajos de severidad del CMA y de manera consistente presentaron rendimiento de grano superior a 5.5 t/ha.

Las variedades de polinización libre V-560 y V-424 expusieron el escape por precocidad como una alternativa de manejo del CMA en la Frailesca, Chiapas.



La variedad criolla Jarrito se clasificó en la escala de severidad de daño muy ligero y tuvo un rendimiento de grano aceptable (4.6 t/ha). Son necesarios más estudios de bioprospección para determinar el potencial genético de variedades criollas y su respuesta al CMA en las zonas con mayor presión de la enfermedad.

#### LITERATURA CITADA

- CIMMYT. 2012. Manual de determinación de rendimiento. México. D. F. CIMMYT.
- Espinosa, P. N., R. Quiroga M., H. A. Díaz C., F. Gómez Z. y M. I. Gutiérrez R. 2004. Caracterización por enfermedades foliares de variedades criollas de maíz del estado de Chiapas. Informe final. SNICS. INIFAP. Campo Experimental Centro de Chiapas. Documento de circulación interna.
- Garrido, R. E. R. 1986. Resistencia genética del maíz a la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) en el Centro de Chiapas. In: Memorias XIV. Congreso Nacional de Fitopatología. Sociedad Mexicana de Fitopatología. Morelia, Michoacán. Pág. 39.
- Gómez, M. N. O., M. González C., M. A. Cantú A., M. Sierra M., B. Coutiño E. y M. Manjarrez S. 2013a. H-563, híbrido de maíz tropical tolerante a la enfermedad "Mancha de Asfalto". Revista Fitotecnia Mexicana. 36 (1): 81-83.
- Gómez-Montiel, N. O., M. A. Cantú-Almaguer, M. Sierra-Macías, C. A. Hernández-Galeno, A. Espinosa-Calderón y M. González-Camarillo. 2013b. Maíz híbrido H-565, nueva versión del H-507 para el trópico bajo de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 4 (5): 819-824.
- Hock, J., J. Kranz y B. L. Renfro. 1989. El "Complejo Mancha de Asfalto de maíz", su distribución geográfica, requisitos ambientales e importancia económica en México. Revista Mexicana de Fitopatología. 7 (2): 129-135.
- López, B. W., A. López L., B. Coutiño E., R. Camas G., B. Villar S., J. López M., V. Serrano A., P. Cadena I., A. Zamarripa M. y C. Sandoval M. 2008. Zonas potenciales y recomendaciones técnicas para la producción sustentable de maíz en Chiapas. Libro técnico No. 1. Campo Experimental Centro de Chiapas. INIFAP. Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México. 228p.
- Mahuku, G., R. Shresta y F. San Vicente. 2013. Complejo mancha de asfalto del maíz: hechos y acciones. Folleto técnico. CIMMYT. D. F. Disponible en línea: [www.cimmyt.org.mx/publicaciones](http://www.cimmyt.org.mx/publicaciones). Consultado el 30 de diciembre de 2013.
- Pereyda-Hernández, J., J. Hernández-Morales, J. Sandoval-Islas, S. Aranda-Ocampo, C. de León y N. O. Gómez-Montiel. 2009. Etiología y manejo de la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis* Maubl) del maíz en Guerrero, México. Agrociencia. 43: 511-519.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2014. Cierre de la producción agrícola por cultivo: Disponible en: [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx). Consultado el 20 de diciembre de 2013.



## RESISTENCIA GENÉTICA PARA EL CONTROL DE *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid EN LÍNEAS DE FRIJOL COMÚN

Cumpián G. J.<sup>1\*</sup> Mayek P.N.<sup>2</sup> Becerra L.N.<sup>1</sup> y López S. E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INIFAP-CIRGOC-Campo Experimental Cotaxtla, Medellín de Bravo, Veracruz. <sup>2</sup>Centro de Biotecnología Genómica (IPN). Blvd. del maestro S/N, Esq. Elías Piña. Col. Narciso Mendoza, CP 88710. Cd. Reynosa, Tamaulipas. Contacto: [cumpian.javier@inifap.gob.mx](mailto:cumpian.javier@inifap.gob.mx)

T-19

### RESUMEN

El frijol común es una fuente de proteínas de fácil disponibilidad en todo el mundo, como cultivo domesticado es fácilmente atacado por condiciones adversas. Una enfermedad que preocupa actualmente es la llamada pudrición carbonosa (*Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid), que se presenta en condiciones severas de sequía y que ocasiona grandes pérdidas en la agricultura de temporal. En la actualidad se ha retomado el combate a esta enfermedad con nuevas técnicas de inoculación de la semilla, selección de genotipos contrastantes en las pruebas y metodologías para una identificación rápida de genotipos con buen rendimiento y resistencia al patógeno. En el centro y sur del estado de Veracruz se establecieron dos repeticiones, sin diseño experimental, en condiciones contrastantes de suelo con infestación natural a *M. phaseolina*. El germoplasma utilizado fueron 93 líneas endogámicas recombinantes (LERs), los dos progenitores BAT 477 y Pinto UI-114; 33 genotipos originarios de Veracruz y que son accesiones de la Colección Núcleo de Frijol Común del INIFAP, también se incluyó germoplasma de una colección de accesiones derivadas de cruza silvestres x mejorados y ocho variedades mejoradas pertenecientes al INIFAP. Las variables estimadas fueron: rendimiento de grano por hectárea, días a floración, días a madurez fisiológica, se cuantificaron las plantas emergidas sanas y enfermas por pudriciones de raíz y con base en ello se estimaron los valores de severidad de las pudriciones de raíz por genotipo. La comparación del germoplasma con base en su estatus genético mostró un mejor comportamiento, en términos de mayor rendimiento de grano y menores daños por pudriciones de la raíz de las LERs en ambos sitios. Los resultados indican avances para la obtención de resistencia a las pudriciones de la raíz en frijol común.

**Palabras clave:** Líneas endogámicas, heredabilidad, pudrición carbonosa.

### INTRODUCCIÓN

El frijol común es la leguminosa comestible más importante en el mundo ya que es una fuente barata de proteína; como ser viviente es susceptible a muchos factores adversos que se clasifican en biológicos, edáficos y climáticos, y que pueden disminuir drásticamente su producción. En muchas regiones frijoleras del mundo las enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus son los factores más importantes a los que atribuyen los bajos rendimientos de grano. El mejoramiento genético para resistencia a enfermedades es la estrategia más apropiada, rentable y duradera pese a que consume más tiempo, pero esos nuevos cultivares deben aumentar el rendimiento, bajar costos de producción, ser de ciclo corto, resistentes a enfermedades etc. La principal actividad que realizan los mejoradores en este cultivo es la búsqueda y selección de germoplasma con resistencia y/o tolerancia a factores adversos entre los que pueden incluirse las enfermedades que afectan la productividad del cultivo (Acosta-Gallegos *et al.*, 2000). La base de un programa de mejoramiento genético es la existencia de variabilidad genética, sin ella no se podría lograr progreso alguno, la búsqueda de genes deseables debe hacerse según los objetivos y prioridades del programa y se puede obtener de los bancos de germoplasma, colecciones e introducciones de otras instituciones de investigación. El desarrollo de germoplasma de frijol con resistencia a enfermedades es una alternativa efectiva para obtener nuevas variedades comerciales en áreas de temporal o secano donde las enfermedades son una seria limitante (Mayek *et al.*, 2001b). Existen serias limitantes

para la obtención de germoplasma resistente a la pudrición carbonosa, entre los que se pueden mencionar los pocos trabajos de investigación relacionados con la herencia de la resistencia, esto se debe a las técnicas obsoletas de inoculación y el efecto de los diversos factores ambientales durante el desarrollo de la enfermedad en campo, que ocultan la respuesta de la planta al patógeno y produce una caracterización errónea del germoplasma segregante (Mayek *et al.*, 1997). Estudios recientes de la reacción del germoplasma de frijol a la pudrición carbonosa han identificado fuentes de resistencia de *Phaseolusa* a *M. phaseolina*, pero se ignora la base de la resistencia genética al hongo en líneas experimentales y variedades propuestas para combatir *M. phaseolina* (Mayek *et al.*, 1996). Algunos trabajos de investigación hechos sobre este tema indican que en la resistencia a este patógeno en la línea BAT 477 intervienen un par de genes dominantes (Mayek *et al.*, 2001a), en cambio Miklas y Beaver en 1994 señalan que la resistencia genética es de naturaleza poligénica; en este mismo tema Miklas *et al* en 1998 identifican en una cruce de XAN-176 (resistente) x Dorado germoplasma un número variable de loci de caracteres cuantitativos asociados con la resistencia a *M. phaseolina* en frijol. La pudrición carbonosa, llamada también pudrición gris, mancha ceniza del tallo etc. se presenta en condiciones severas de estrés por sequía y es muy común en zonas frijoleras de África, Asia y algunos países de Europa. En América Latina se reporta en Brasil, Chile, Perú, Venezuela, Cuba y en América Central, en todos estos lugares se presenta atacando soya, sorgo, maíz, ajonjolí, girasol y frijol. En la República Mexicana este patógeno tiene presencia en las principales zonas donde se cultiva frijol; en el estado de Veracruz se han detectado amplias zonas con este problema fitopatológico. El objetivo de este trabajo de investigación fue identificar germoplasma con potencial para ser utilizado como fuente de resistencia a enfermedades en frijol común.

#### MATERIALES Y METODOS

Se establecieron dos experimentos en condiciones de campo en las localidades Campo Experimental Cotaxtla (CECOT), ubicado en el municipio de Medellín de Bravo a los 18° 50' de latitud norte y 96° 10' de Longitud Oeste y 16 msnm; con temperatura media anual de 25.5 °C y precipitación media anual de 1668 mm y otro en el Sitio Experimental Papaloapan (S.E. Pap), dependiente del CE Cotaxtla, ambos pertenecientes al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Esta última localidad encuentra en el municipio de Isla, Veracruz a los 18° 06' de latitud norte y 95° 53' de Longitud Oeste y 25 msnm; con temperatura media anual de 25 °C y precipitación media anual de 1762 mm. Ambos experimentos se desarrollaron durante el ciclo otoño-invierno de 2011-2012 bajo condiciones de humedad residual. En Campo Cotaxtla se sembró el 28 de octubre en un suelo de textura franco-arenosa, con pH de 6.5; con contenido medio de materia orgánica, N y K y alto de P. Mientras que en Isla se sembró el 31 de octubre de 2011 el suelo es de textura migajón-arenosa, profunda, bien drenada, pH ácido (4.7), pobre de materia orgánica, N, K, Mg y contenido medio de P.

El germoplasma consistió en 93 líneas endogámicas recombinantes (LERs) F<sub>10</sub> derivadas de la cruce entre BAT 477 (resistente a sequía y a pudriciones de raíz causadas por *Macrophominaphaseolina* y *Fusarium* sp.) y Pinto UI-114 (susceptible a ambos factores adversos) (Mayek- *et al.*, 2009); BAT 477 pertenece a una o la raza genética de Mesoamérica, tiene grano pequeño color beige y es una línea mejorada originaria de Colombia con hábito de crecimiento tipo III, mientras que Pinto UI-114 pertenece a la raza Durango cuyo grano es grande, color beige con manchas color café, es una variedad mejorada originaria de Estados Unidos con hábito de crecimiento tipo III (Mayek *et al.*, 2009). Como testigos se incluyeron los dos progenitores (BAT 477 y Pinto UI-114); 33 genotipos originarios de Veracruz y que son accesiones que pertenecen a la Colección Núcleo de Frijol Común del INIFAP, también se incluyó germoplasma de una colección de accesiones derivadas de cruces silvestres x mejorados, también perteneciente al INIFAP (Vargas-Vázquez *et al.*, 2008); así como ocho variedades mejoradas y liberadas por INIFAP

(Negro San Luis, Pinto Victoria, Pinto Saltillo, Blanco Patol, Flor de Mayo M38, Bayo Río Grande, Rayado Rojo y Negro Vizcaya).

El germoplasma se sembró sin diseño experimental con una repetición en cada localidad. En Cotaxtla, la parcela fue un surco de 2 m de largo y espaciados a 0.72 m, mientras que en Isla fue de un surco de 2 m espaciados a 0.6 m. Los experimentos se fertilizaron con una dosis de 40-40-00 de NPK que se aplicó a los 25 dds en Cotaxtla y a los 20 dds en Isla. En el material genético se estimaron los días a floración y a madurez fisiológica; en fase vegetativa (21-28 DDS días después de la siembra), se cuantificaron las plantas emergidas sanas y enfermas por pudriciones de raíz y con base en ello se estimaron los valores de severidad de las pudriciones de raíz por genotipo. A la cosecha se estimó el rendimiento de grano por hectárea ( $\text{Kg ha}^{-1}$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El germoplasma cultivado en Isla fue más tardío a la madurez fisiológica y además mostró mayor período reproductivo (42 d), en comparación con Cotaxtla (34 d). (Cuadros 1 y 2)

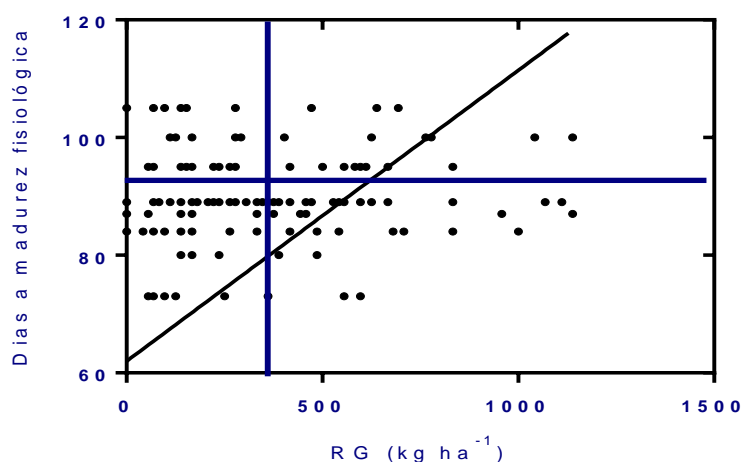


Figura 1. Días a madurez fisiológica y su influencia en el rendimiento de grano. Días a madurez Media= 78 Días; Media de rendimiento de grano 325 g;  $r = 0.45^*$  (COTAXTLA).

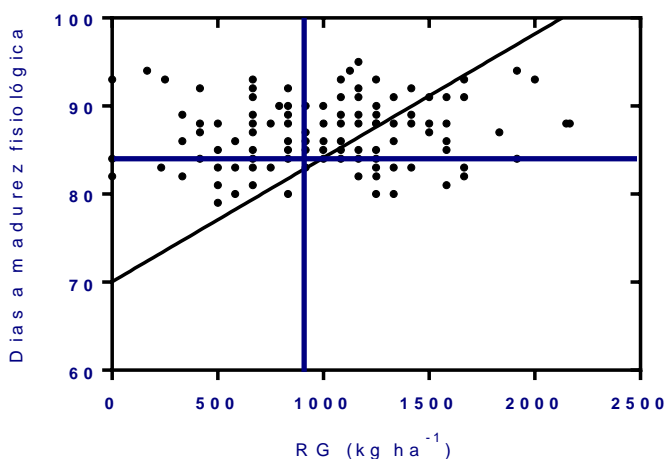


Figura 2. Días a madurez fisiológica y su influencia en el rendimiento de grano. Días madurez Media = 84 Días; Media de rendimiento de grano 970 gr;  $r = 0.40^*$  (ISLA).

Los rendimientos de grano fueron mayores en la localidad Isla, por esa razón y porque en Cotaxtla se observaron los mayores daños por pudriciones de raíz (muerte de plantas en pre y post-emergencia). Las asociaciones entre la fenología y el rendimiento fueron intermedias y positivas en ambos sitios, mientras que fueron intermedias y negativas entre severidad de las pudriciones de raíz y el rendimiento. (Cuadros 3 y 4)

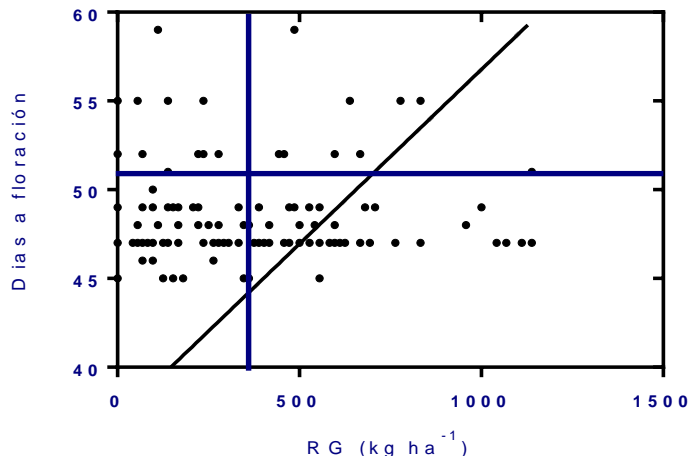


Figura 3. Días a floración y su influencia en el rendimiento de grano. Días floración Media = 44 Días; Media de rendimiento de grano 325 g;  $r = 0.38^*$  (COTAXTLA).

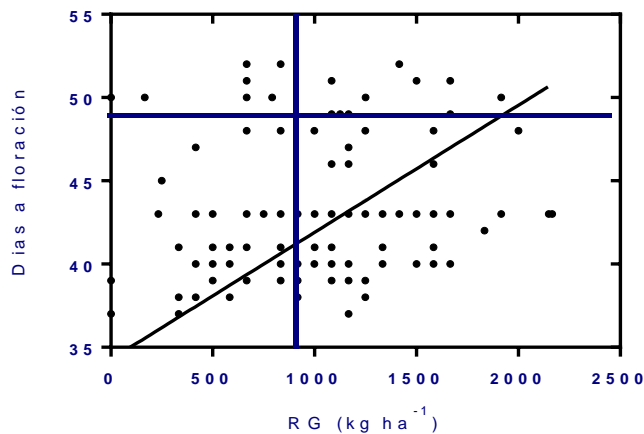


Figura 4. Días a floración y su influencia en el rendimiento de grano. Días floración Media = 42 Días; Media de rendimiento de grano 970 g;  $r = 0.41^*$  (ISLA).

La comparación del germoplasma con base en su estatus genético indicó un mejor comportamiento, en términos de mayor rendimiento de grano y menores daños por pudriciones de la raíz de las LERs en ambos sitios; el germoplasma mejorado no rindió grano en Cotaxtla pues todas las plantas murieron en fase vegetativa y en Isla sólo tres de ocho alcanzaron a producir grano. Esta respuesta se debe a los problemas de adaptación, en virtud de que dicho germoplasma se liberó para el altiplano semiárido o la mesa central de México. La severidad de las pudriciones de raíz fue mayor en Cotaxtla que en Isla, ello permitió detectar sólo seis LERS (30, 38, 71, 85, 110, 126) con rendimientos de grano superiores a  $1000 \text{ kg ha}^{-1}$ ; mientras que en Isla se observaron 15 LERS con rendimientos mayores a  $1500 \text{ kg ha}^{-1}$  (14, 16, 18, 19, 24, 25, 29, 30, 39, 41, 47, 72, 76, 77, 84) (Cuadros 5 y 6). En promedio de ambas localidades, las LERs 38,

78 y 30 exhibieron los mayores rendimientos de grano y menores daños por pudriciones de raíz (promedios mayores a 1300 kg ha<sup>-1</sup>).

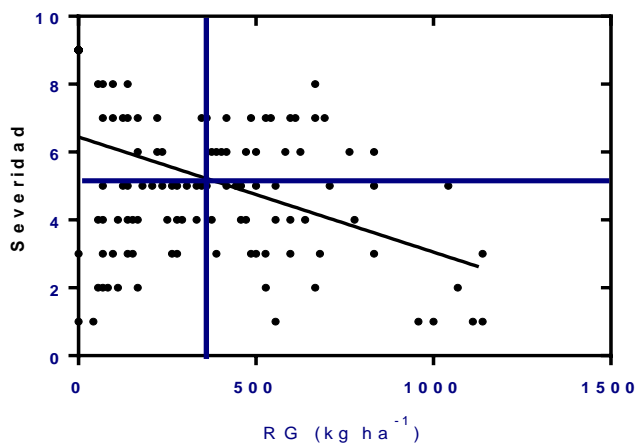


Figura 5. Severidad de pudriciones de raíz y su efecto en el rendimiento de grano. Media de severidad=5.4; Media de rendimiento de grano=325 g;  $r=-0.42^{**}$  (COTAXTLA).

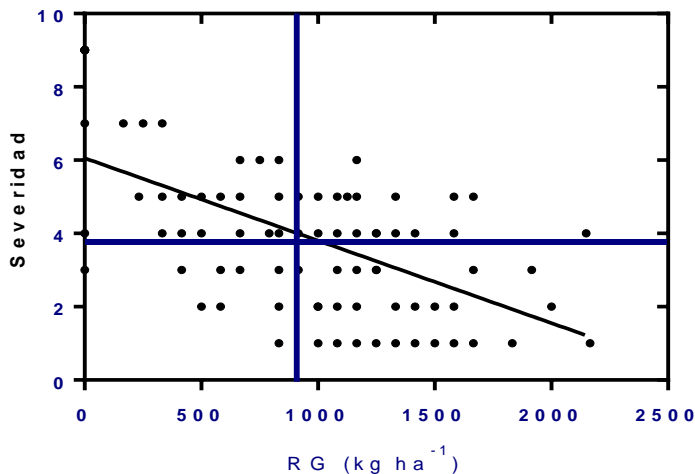


Figura 6. Severidad de pudriciones de raíz y su efecto en el rendimiento de grano. Media de severidad=3.9; Media de rendimiento de grano=970 g;  $r=0.59^{**}$  (ISLA).

Cuadro 1. Fenología, rendimiento de grano y respuesta a pudriciones de raíz en germoplasma de frijol cultivado en Veracruz.

Germoplasma	Días a floración	Días a madurez fisiológica	Rendimiento de grano (kg ha <sup>-1</sup> )	Severidad de pudriciones de raíz*
Cotaxtla				
Mejorados	-	-	0	9.0
Criollos	51	88	281	6.9
LERs	45	82	371	6.6
Isla				
Mejorados	45	91	93	8.8
Criollos	43	90	824	4.4
LERs	45	89	1134	3.0

\*Escala del 1 al 9 donde 1= sin daño y 9=daño severo. Abawi y Pastor Corrales, 1990.





Los resultados indican un avance relativo en la obtención de resistencia a pudriciones de raíz y rendimiento de grano en el germoplasma derivado de la cruce entre BAT 477 x Pinto UI-114. Trabajos previos (García *et al.*, 2012) habían reportado algo similar a lo aquí expuesto en evaluaciones efectuadas en Veracruz y Tamaulipas.

Las mayores precipitaciones pluviales ocurridas durante el ciclo biológico del germoplasma en Isla (384 mm), pudieron favorecer el crecimiento y desarrollo del frijol, en comparación con Cotaxtla (222 mm); ésta puede ser otra explicación al comportamiento observado en los diferentes genotipos.

## CONCLUSIONES

Los resultados indican avances para la obtención de resistencia a las pudriciones de la raíz en frijol común.

Se ha encontrado germoplasma con un mejor rendimiento y menor daño por pudriciones de la raíz.

Las técnicas de inoculación y la selección adecuada de progenitores contrastantes han ayudado en la manifestación de los resultados.

## LITERATURA CITADA

- Acosta Gallegos, J.A. *et al.* 2000. Agric. Téc. Méx. 26: 79-98.
- García-Olivares, J. G., López-Salinas, E., Cumpian-Gutiérrez, J., Cantú-Almaguer, M. A., Zavala-García, F., Mayek-Pérez, N. 2012. Grain yield and charcoal rot resistance stability in common beans under terminal drought conditions. *Journal of Phytopathology* 160: 98-105.
- Mayek-Pérez, N., López-Castañeda, C., Acosta-Gallegos, J.A. and Cumpeán-Gutiérrez, J. 1996. Reaction to *Macrophominaphaseolina* in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) In: J.P.R. Martínez-Soriano (Comp.). Proceedings Annual Meeting of de American Phytopathological Society-Caribbean Divison. Guadalajara, Jalisco, México. P. 10
- Mayek-Pérez, N., López-Castañeda, C. y Acosta-Gallegos, J.A. 1997. Variación en características culturales in vitro de asilamientos de *Macrophominaphaseolina* y su virulencia en frijol. *Agrociencia* 31: 187-195.
- Mayek-Pérez, N., López-Salinas, E., Cumpián-Gutiérrez, J., Acosta-Gallegos, J. A. 2009. Herencia de la resistencia de campo a *Macrophominaphaseolina* (Tassi) Goid. En líneas endogámicas recombinantes de frijol común (*Phaseolusvulgaris* L.). *Revista Mexicana de Fitopatología* 27: 1-10.
- Mayek-Pérez, N., López-Castañeda, C., López-Salinas, E. y Acosta-Gallegos, J.A. 2001a. Herencia de la resistencia genética a *Macrophominaphaseolina* (Tassi) Goid. En frijol. *Agrociencia* 35: 637-648.
- Mayek-Pérez, N., López-Castañeda, C., López-Salinas, E., Cumpián-Gutiérrez, J. y Acosta-Gallegos, J. A. 2001b. Resistencia *Macrophominaphaseolina* en frijol común bajo condiciones de campo en México. *Agrociencia* 35: 649-661.
- Miklas, P.N., and Beaver, J.S. 1994. Inheritance of field resistance to ashy stemblightin dry beam. *Bean Improvement Cooperative* 37: 233-234.
- Miklas, P.N., Stone, V., Urrea, C.A., Johnson, E., and Beaver, J.S. 1998. Inheritance and QTL analysisof field resistance to ashy stem blight in common bean. *CropScience* 38:916-921.
- Vargas-Vázquez, M. L. P., Muruaga-Martínez, J. S., Pérez-Herrera, P., Gill-Langarica, H. R., Esquivel-Esquivel, G., Martínez-Damián, M. A., Rosales-Serna, R., Mayek-Pérez, N. 2008. Caracterización morfoagronómica de la colección núcleo de la forma cultivada de frijol común del INIFAP. *Agrociencia* 42: 787-797.



## CULTIVO COMPUESTO, SISTEMA SUSTENTABLE Y RENTABLE PARA LOS PRODUCTORES DE BÁSICOS DE VERACRUZ, MÉXICO

Ugalde A. F. J.<sup>1</sup>, Andrés M. P.<sup>2</sup>, Rodríguez D. N.<sup>3</sup>, Maldonado, B. L.<sup>4</sup>, Acosta L. C.<sup>4</sup>  
y Leyva V. S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Cotaxtla-INIFAP. 92277. Km. 34. Carretera Veracruz-Córdoba Medellín de Bravo, Estado de Veracruz. <sup>2</sup>Postgrado de Recursos Genéticos y Productividad-Genética, Colegio de Postgraduados, Km. 36.5 Carretera México-Tezcoco. 56230, Montecillo, Tezcoco, México. <sup>3</sup>Prestador de Servicios Profesionales de Jamapa, Veracruz. <sup>4</sup>Prestador de Servicios Profesionales de Paso de Ovejas, Veracruz. Autor responsable: [agrotecnia7@yahoo.com.mx](mailto:agrotecnia7@yahoo.com.mx).

T-22

### RESUMEN

Una alternativa para frenar la explotación de la tierra, es la agricultura sostenible, que tiene como propósito la producción de alimentos y de otros bienes a través de un sistema que aumenta la capacidad inherente de los recursos naturales y biológicos, que permite a los agricultores obtener ganancias adecuadas y a los consumidores disponer de alimentos sanos, con el mínimo impacto al ambiente. El cultivo compuesto ofrece mayor productividad y rentabilidad al existir una sinergia biológica. El sistema compuesto se sustenta en la Eficiencia Relativa de la Tierra, en el aprovechamiento de la radiación fotosintética y en la utilización de genotipos mejorados tolerantes a factores bióticos y abióticos. El objetivo del estudio es dar a conocer las experiencias técnico-productivas de bajo impacto ecológico, manejo agronómico, beneficio económico y de rentabilidad de sistema de cultivo compuesto de temporal en dos ambientes agroecológicos de la zona central de Veracruz, como una alternativa de producir más con la menor inversión en la misma superficie. En ambas localidades el promedio de Eficiencia Relativa de la Tierra fue de 1.48, que indica que se requieren 1.5 hectáreas de cultivos simples para producir una hectárea de cultivo compuesto. La utilidad fue de \$ 12,135.00 y una relación beneficio costo de 1:1.67 por hectárea. El cultivo compuesto es el sistema de producción que genera abasto de grano familiar, seguridad alimentaria ante eventos climáticos y económicos, retorno de una práctica histórica intrínseca de los productores, genera sinergia agro-biológica positiva en la unidad y mayor rentabilidad de la agricultura sustentable.

**Palabras clave:** patrón de cultivos, seguridad alimentaria, bienestar social

### INTRODUCCIÓN

Debido al crecimiento poblacional, la producción de alimentos, es prioritaria; sin embargo, esto puede conducir al deterioro de los ecosistemas, al someterlos a la explotación intensiva y continua, o al abrir más superficie para actividades agropecuarias, lo que provoca deforestación de áreas de alto riesgo ambiental. Además, los factores económicos, bióticos y abióticos pueden llevar a disminuir el rendimiento de los cultivos. Los agricultores del mundo cuentan con 1478 millones de hectáreas de labor para producir los alimentos que demanda la población rural (Turrent y Moreno, 1998); sin embargo la producción sostenible de alimentos requiere de la existencia de sistemas agrícolas que puedan evolucionar hacia un mayor aprovechamiento humano y, a la vez, una mejor eficiencia en el uso de los recursos disponibles (Miller y Wali, 1994). Una alternativa para frenar la explotación de la tierra, es la agricultura sostenible, que tiene como propósito la producción de alimentos y de otros bienes a través de un sistema que aumenta la capacidad inherente de los recursos naturales y biológicos de acuerdo con la demanda; al mismo tiempo, permite a los agricultores obtener ganancias adecuadas y a los consumidores disponer de alimentos sanos; a la vez, se minimizan los impactos adversos al ambiente (Benbrook and Cook, 1990). Schaller 1991 señala que la agricultura sustentable es aquella ambientalmente sana, productiva, rentable y socialmente aceptable. Uno de los

sistemas sustentables son las asociaciones de cultivos; donde, dos o más especies son sembradas juntas o en relevo y tienen ciclos de crecimiento afines, de tal manera que maduran casi simultáneamente (Turrent, 2008) y el cultivo compuesto o múltiple se basa en el concepto de Eficiencia Relativa de la Tierra (ERT), este parámetro indica la cantidad de superficie cultivada con cultivos necesarios para igualar la producción de una hectárea de las mismas especies integradas (Turrent y Moreno, 1998). Estudios realizados por el PLAN PUEBLA en 1972 (Turrent y Moreno, 1998), en Cholula, Puebla, México, registró un valor de ERT de 1.7 con la asociación de maíz y frijol de guía larga en una localidad ubicada a 2200 msnm y 863 mm de precipitación. Andrews y Kassam (1976) en Nigeria con patrones de cultivos obtuvieron valores de ETR de 1.6. En estos sistemas la competencia entre las especies es menor que la competencia dentro de las especies, logrando un efecto sinérgico (interacción positiva) bajo ciertas condiciones ecológicas cuando una especie proporciona soporte a la otra como ocurre con la asociación del maíz con frijol de guía larga. (Moreno, 1972). Tenbrath (1976) señala que la presencia de competencia entre especies asociadas, pueden ayudar a hacer la asociación efectiva: estratos radiculares diferentes y aprovechamiento de la radiación fotosintéticamente activa (RFA). En la zona central de Veracruz la rentabilidad de los cultivos básicos sembrados en sistema de monocultivo es baja debido a la comercialización irregular de los precios de los granos. Este sistema para pequeños y medianos productores se debe modificar, con el propósito de potencializar los recursos naturales y económicos. El cultivo compuesto o múltiple ofrece una mayor productividad y rentabilidad del área al existir una sinergia biológica entre el maíz y frijol. El sistema compuesto se sustenta en la Eficiencia Relativa de la Tierra (ERT) y en el aprovechamiento de la radiación fotosintética (RFA) y se respalda tecnológicamente con la utilización de genotipos mejorados tolerantes a factores bióticos y abióticos (Ugalde *et al.*, 2013). La importancia de los patrones de cultivos intensos tradicionales y modernos en el sentido del espacio y tiempo tienen posibilidades para incrementar los rendimientos por unidad de superficie de las especies cultivadas, si se les compara con los patrones extensivos de cultivo único-simple. Por tal motivo, es factible rediseñar nuevos patrones intensos de cultivo que integren los conocimientos: tradicional, agronomía clásica, biología, socio economía e innovación. Por ello, el objetivo del presente estudio es dar a conocer las experiencias técnico-productivas de bajo impacto ecológico, manejo agronómico, beneficio económico y de rentabilidad de sistema de cultivo compuesto de temporal en dos ambientes agroecológicos de la zona central del estado de Veracruz, como una alternativa de producir más en la misma superficie con menor inversión.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el ciclo primavera-verano 2013 se establecieron dos módulos de validación del sistema de cultivo compuesto maíz relevo frijol en dos sitios agroecológicamente distintos dentro de la zona central del estado de Veracruz. El primero en Jamapa ubicado a 57 msnm, en un suelo franco con un pH de 7; clima cálido-seco y temperatura promedio de 25 °C. El segundo en Paso de Ovejas ubicado a 400 msnm en un suelo arcilloso con pH de 5.6 y con clima cálido subhúmedo y temperatura promedio de 26 °C. Cada módulo ocupó una superficie de una hectárea. El híbrido de maíz utilizado fue el H-520 con una densidad de 57,250 plantas ha<sup>-1</sup>. La siembra de maíz se realizó en primavera-verano y a la dobla del maíz en el ciclo otoño-invierno, entre las hileras se sembró el frijol Negro Comapa en relevo con una densidad de 82,593 plantas ha<sup>-1</sup>. La nutrición sólo se efectuó para maíz con la fórmula 133-46-60 (N, P, K). El control de plagas y malezas fue de acuerdo a las recomendaciones que hace el INIFAP para la región tropical de Veracruz. Para estimar el rendimiento se realizaron ocho muestreos de 4 m<sup>2</sup> cada uno por cultivo por sitio, se desgrano y trillo el maíz y frijol respectivamente y se estimaron los rendimientos de grano a kilogramos por hectárea al 14 % de humedad. Para la eficiencia de la tierra se aplicó la fórmula ERT propuesta por Turrent y Moreno (1998). Para determinar la rentabilidad del sistema de cultivo compuesto se determinaron los costos de producción y se aplicó el análisis económico



de relación beneficio-costo de acuerdo a la metodología del CIMMYT (1988). Para determinar el abasto de grano familiar se determinó el consumo per cápita en kilogramos, multiplicado por cuatro integrantes que forman una familia, además de considerar un remanente similar para contingencias climáticas (depresiones tropicales y huracanes).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La duración del cultivo compuesto fue de casi 6.5 meses en promedio en los dos sitios. En la localidad de Jamapa, la precipitación pluvial fue abundante de 1,910 mm, pero de manera irregular con dos periodos de sequía durante 20 días en julio-agosto y a partir de la segunda quincena de octubre al final de noviembre, con una temperatura mensual promedio de 26.6 °C y 894 mm de evaporación, que influyeron directamente en la productividad de los cultivos. La cantidad de horas luz acumuladas fue de 1390, factor que favoreció el mayor desarrollo de la biomasa del frijol al estar sobre el tallo del maíz y aprovechar aún más la radiación fotosintética. El rendimiento de maíz fue de 6,000 kg ha<sup>-1</sup> y 886 kg ha<sup>-1</sup> de frijol; con una Eficiencia Relativa de la Tierra de 2.98, lo que indica que se requieren tres hectáreas de cultivos simples para producir lo que una hectárea de cultivo compuesto produce. La utilidad fue de \$10,161.00 y una relación beneficio costo de 1:58 por hectárea (Cuadro1).

Cuadro 1. Rendimiento y análisis económico del sistema cultivo compuesto maíz y frijol P-V 2013. Jamapa, Ver., México.

Cultivo	Rendimiento de grano (kg ha <sup>-1</sup> )	Valor (\$/kg)	Ingreso Bruto (\$/ha)	Costo de producción (%/ha)	Utilidad (\$/ha)	Rel. (B/C)	ERT
Maíz	6,000	3.2	19,200	14,500	4,700	1.32	1.5
Frijol	886	13.5	11,961	6,500	5,461	1.84	1.48
Total			31,161	21,000	10,161	1.58	2.98

ERT: eficiencia relativa de la tierra.

En la localidad de Paso de Ovejas, las condiciones de pH ácido del suelo, en combinación con los periodos de sequía, afectaron directamente el rendimiento de los cultivos. En maíz fue 5,500 kg ha<sup>-1</sup> y 550 kg ha<sup>-1</sup> de frijol; ambos rendimientos fueron menores a los obtenidos en la localidad de Jamapa. A pesar de las condiciones climáticas desfavorables, el sistema compuesto tuvo una eficiencia relativa de la Tierra de 1.475, (lo que indica que se requieren una y media hectáreas de cultivos simples para producir lo que una hectárea de cultivo compuesto) y una utilidad fue de \$9.950 y una relación beneficio costo de 1:1.55 por hectárea, lo que influyo en la rentabilidad del sistema. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Rendimiento y análisis económico del sistema cultivo compuesto maíz y frijol P-V 2013. Paso de Ovejas, Ver., México.

Cultivo	Rendimiento de grano (kg ha <sup>-1</sup> )	Valor (\$/kg)	Ingreso Bruto (\$/ha)	Costo de producción (%/ha)	Utilidad (\$/ha)	Rel. (B/C)	ERT
Maíz	5,500	3.5	19,250	10,000	9,250	1.92	1.57
Frijol	550	14	7,700	6,500	1,200	1.18	1.38
TOTAL			26,950	17,000	9,950	1.55	1.475

ERT: Eficiencia Relativa de la Tierra

En promedio la Eficiencia Relativa de la Tierra de los dos módulos fue de 1.48, que indica que se requieren 1.5 hectáreas de cultivos simples para producir una hectárea de cultivo compuesto. La utilidad fue de \$ 12,135.00 y una relación beneficio costo de 1:1.67 por hectárea (Cuadro 3);



Se observa que el efecto de sinergia biológica favoreció los buenos rendimientos en ambos ambientes y contribuyó a la rentabilidad del sistema de forma sustentable al no utilizar fertilizantes, ni fungicidas por ser variedades con tolerancia a suelos de baja fertilidad y resistencia a enfermedades.

Cuadro 3. Promedio de rendimiento y análisis económico del sistema cultivo compuesto maíz y frijol de dos localidades en el ciclo P-V 2013.

Cultivo	Rendimiento de grano (kg ha <sup>-1</sup> )	Valor (\$/kg)	Ingreso Bruto (\$/ha)	Costo de producción (%/ha)	Utilidad (\$/ha)	Rel. (B/C)	ERT
Maíz	5,750	3.35	19,263	10,000	9,263	1.93	1.54
Frijol	718	13.75	9,873	7,000	2,873	1.41	1.43
TOTAL			29,135	17,000	12,135	1.67	1.48

Gittinger en 1973, menciona que resultados con una relación beneficio-coste igual o superior a uno, dan confiabilidad a las innovaciones y recomendaciones técnicas a los productores. La ventaja del cultivo compuesto o múltiple es producir más por área a menor costo, ya que el factor tierra de labor es la principal limitante de la unidad de producción. Con respecto al abasto familiar con la producción de maíz y frijol obtenida por hectárea garantiza el 100% de los requerimientos anuales de grano para una familia integrada por cuatro personas, además de almacenar un 25% adicional para imprevistos o situaciones climáticas que pudieran poner en riesgo la alimentación o economía familiar.

## CONCLUSIONES

El cultivo compuesto se convierte en el sistema de producción que proporciona abasto de grano familiar, seguridad alimentaria ante eventos climáticos y económicos, retorno de una práctica histórica e intrínseca de los productores, sinergia agro-biológica positiva en la unidad y mayor rentabilidad de la agricultura sustentable.

## LITERATURA CITADA

- Andrews, D. J. 1972. Intercropping with sorghum in Nigeria. *Exp. Agric.* 8: 139-150.
- Benbrook, G., and Cook, J. 1990. Striving toward sustainability Pacific Northwest Symp. On Sustainable Agriculture. Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Programa de Economía. México, D. F. 30 p.
- Gittinger J., P. 1973. Análisis económicos de proyectos agrícolas. Editorial tecno. Madrid. España. Pp: 12-119.
- Moreno, O. 1972. La asociación de maíz y frijol, un uso alternativo de la tierra. Tesis de maestría. Rama de suelos biblioteca central del colegio de postgraduados. Chapingo, Méx. Pp: 225-275.
- Miller F., P., Y M. K. Wali. 1994. Land use issues and sustainability of agriculture. *Transactions 15<sup>th</sup> world soil sci. Soc. Congress.* Acapulco, México. Vol. 7<sup>a</sup>: 1-16.
- NCR (Nacional Research Council). 1989. Alternative agricultura. *Nal. Acad. of Sciences.* The Nat. Academy Press. Washington, D.C. 464 pp.
- Schaller, N. 1991. Background and Status of the Low-Input Sustainable Agriculture Program. Pp. 22-31
- Tenbrath B. R. 1976. Plant interactions in mixed crop communities. In: *Multiple Cropping.* ASA Special Publication, No. 27. ASA. pp: 129-169.
- Turrent F., A., y R. Moreno Dahme. 1998. Producción sostenible de alimentos de origen vegetal en el mundo. *Terra latinoamericana.* Universidad Autónoma Chapingo. Vol. 16: 93-11.



- Turrent F., A. 2008. Cultivos asociados. El Cultivo del maíz temas selectos. Volumen 1. Colegio de Postgraduados. Mundi Prensa. Pp: 115-125.
- Ugalde-Acosta, F J, N. Rodríguez-Duarte y S. Leyva-Vela. 2013. Resumen Internacional LVIII PCCMCA. Honduras. Eficiencia relativa de la tierra del cultivo compuesto de maíz y frijol en Jamapa, Veracruz, México.



## EVALUACION DE 20 GENOTIPOS DE MAÍZ EN EL CICLO PRIMAVERA-VERANO EN HUIMANGUILLO, TABASCO

Barrón Freyre, S.\*<sup>1</sup>, Rodríguez Montalvo F. A.<sup>2</sup>, Palafox Caballero, A<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Campo Exp. Huimanguillo, INIFAP, <sup>2</sup>Campo Exp. Cotaxtla, INIFAP

T-39

### RESUMEN

En el ciclo primavera-verano 2013 en el Campo Experimental Huimanguillo, se evaluaron las características agronómicas de los híbridos de maíz RW-4000, RW-400, RW-5000, RW-5001, DK-390, DK-393, DK-395, DK-400, HS-55, P3575W, P3966W, P4063W y P4082W, HE1B, HE2B, HE3B, HE4B, H-564C, H-566A y el testigo H-520. La siembra se realizó el 23 de junio a una densidad de 62,500 plantas por hectárea, se fertilizó con la fórmula 130-60-30 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, respectivamente, con la mitad del nitrógeno, el total de fósforo y del potasio seis días después de la siembra y el resto de nitrógeno se aplicó 23 días después de siembra. El diseño experimental usado fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones en parcelas experimentales de cuatro surcos de 5 m de largo y a las variables de respuesta días a floración masculina y femenina, altura de planta y de mazorca, relación grano-olote y rendimiento de grano se les realizó análisis de varianza y prueba de medias de Dunette ( $P \leq 0.05$ ). De los resultados y su análisis se concluyó que por su rendimiento de grano el híbrido P3966W fue el de mejor con 8863 kg ha<sup>-1</sup>, que supera al testigo comercial en 1232 kg ha<sup>-1</sup>, además, por los días a floración masculina y femenina y a la altura de planta y mazorca media, al grupo de genotipos evaluados se clasifican de ciclo y de porte intermedio dado que su floración masculina media ocurre a los 51.3 días y su altura media de planta es de 293.4 cm. Además que existen genotipos de maíz con características agronómicas óptimas para su siembra en primavera-verano en Tabasco pues el rendimiento medio de grano en la prueba fue de 7382 kg ha<sup>-1</sup>, lo que supera en 5765 kg ha<sup>-1</sup> la media de producción de Tabasco del año agrícola 2011 que comprende el otoño-invierno 2010/11 y primavera-verano 2011.

**Palabras clave:** Maíz, variedades, comportamiento agronómico

### INTRODUCCION

En el año agrícola 2011 en Tabasco se sembraron 88,140 hectáreas de maíz, que representa el 77.9 % de los cultivos cíclicos o anuales que se siembran en la entidad; la superficie cosechada ascendió a 82,053 hectáreas con un rendimiento medio de 1,617 kg ha<sup>-1</sup>, (INEGI, 2012). La producción de maíz se desarrolla durante el año en dos ciclos, el de primavera-verano y el de otoño-invierno.

El bajo rendimiento está asociado a factores de clima, suelo y de manejo: el exceso y/o la deficiencia de humedad es uno de ellos, la acidez, el bajo contenido de nutrientes y el uso de suelos de textura arenosa y arcillosa, por la baja y alta capacidad de retención de humedad, respectivamente, lo mismo ocurre al utilizar genotipos no adaptados y de porte alto, bajas densidades de siembra y un manejo deficiente en la nutrición, en las malezas y las plagas.

La evaluación de genotipos a través de distintos ambientes, es una de las prácticas más usuales para la recomendación de nuevos híbridos a los productores de una región específica y el mismo ha sido uno de los principales objetivos en los programas de mejoramiento genético tanto de las empresas particulares que se dedican a la venta de germoplasma como de las instituciones oficiales, (Gordon y Deras, 2011)



Lo anterior se fundamenta en el hecho de que la formación de material genético se realiza por lo general en condiciones controladas o favorables, observándose un comportamiento agronómico diferente al ponerse a disposición de los productores, esto obliga a la evaluación de los materiales antes de ser recomendados, (Rodríguez *et al.*, 2011) y a que la respuesta de los genotipos a diferentes ambientes pueden variar según las condiciones prevalecientes, por eso es importante desarrollar híbridos que posean un comportamiento estable a través de ambientes contrastantes (Guerra *et al.*, 2003).

La producción de maíz en Tabasco es primordialmente de autoconsumo, lo que obliga a la utilización de poblaciones criollas, sin embargo, durante 2011 el uso de semilla mejorada fue de 43 %, 13 % más respecto de lo estimado en años anteriores, lo que implica recomendar genotipos que se adapten a las condiciones agroclimáticas del Estado, para minimizar los riesgos en la producción por esta componente tecnológica.

### **Objetivo**

Evaluar las características agronómicas de 20 genotipos de maíz en el ciclo primavera- verano en Huimanguillo, Tabasco.

### **MATERIALES Y METODOS**

En el ciclo primavera-verano 2013/13 en el Campo Experimental Huimanguillo, en condiciones de temporal se condujo un ensayo para evaluar las características agronómicas de los híbridos de maíz RW-4000, RW-400, RW-5000, RW-5001, DK-390, DK-393, DK-395, DK-400, HS-55, P3575W, P3966W, P4063W, P4082W, HE1B, HE2B, HE3B, HE4B, H-564C, H-566A y el testigo H-520. En la evaluación se utilizó el diseño experimental bloques completos al azar con cuatro repeticiones en parcelas experimentales de cuatro surcos de 5 m de largo separados a 80 cm; como parcela útil se utilizaron los dos surcos centrales de 4.8 m de largo. El suelo del sitio es de textura franco arenosa, pH de 7.9, bajo contenido de materia orgánica (1.6%) y de nitrógeno aprovechable (17.6 ppm de  $\text{NH}_4 + \text{NO}_3$ ), el fósforo presente es de 14 ppm y el de potasio 0.30 me/100 g.

La preparación del suelo se inició el 23 de mayo con un chapeo mecánico y un paso de rastra para facilitar la incorporación de residuos orgánicos de la cosecha anterior, los dos pasos restantes se efectuaron antes de la siembra, misma que se realizó el 26 de junio en forma manual, se depositó dos semillas cada 20 cm; a los ocho días después de la siembra (dds) se efectuó el raleo a una planta por mata con el objetivo de lograr una densidad de 62,500 plantas por hectárea.

El maíz se fertilizó con la fórmula 130-60-30 de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  y  $\text{K}_2\text{O}$ , respectivamente, se incorporó la mitad del nitrógeno, el total de fósforo y del potasio seis días después de la siembra, el resto de nitrógeno se aplicó 23 días después de la siembra (dds).

Para evitar la presencia de maleza se aplicó 960 g de l. A. por hectárea de Atrazina en preemergencia complementándose con un cultivo aporque manual a los 23 dds. El control de plagas como la Diabrotica y el Gusano cogollero se llevó a cabo a los 9, 15, 20, 26 y 34 días con 50 g de l. A. de Cipermetrina por hectárea; a los 44 y 50 días se aplicó 9 g de l. A. de Abamectina en el área mencionada, para el control de ácaro. La dobla y cosecha se efectuaron en forma manual a los 94 y 127 días respectivamente.

Las variables de respuesta fueron días a floración masculina y femenina, altura de planta y de mazorca, relación grano-olote, rendimiento de grano al 14 % de humedad, los porcentajes de acame, de mazorca con mala cobertura, daño de pájaro y podridas; sanidad de planta, sanidad de mazorca y calificación al arquetipo de planta y de mazorca.

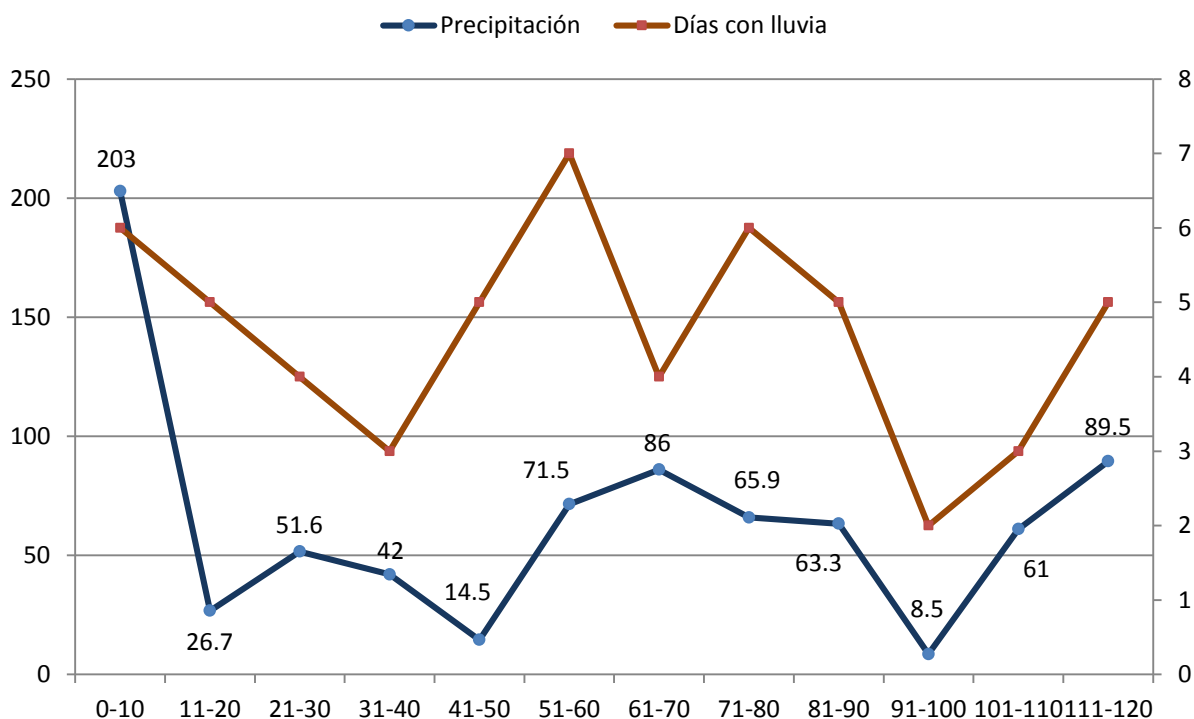


La calificación de enfermedades en el follaje como la roya y tizón en la planta se hizo a los 80 días utilizando una escala de 1 a 9, donde uno indica ataque severo y 9 ausencia de enfermedad; así mismo, se calificó el arquetipo de planta y de mazorca, donde 1 implica arquetipo deficiente y el 9 arquetipo excelente.

A las seis primeras variables se les aplicó análisis de varianza y prueba de medias de Dunette a una  $P=0.95$ . En el ciclo y dadas las condiciones de precipitación y distribución se cuantificó la precipitación diaria y los días con lluvia, durante el tiempo de prueba agrupándose en períodos decenales.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se presenta la distribución de la precipitación en el período de prueba, cuyo total fue de 783.5 mm, cantidad suficiente para abastecer los requerimientos del maíz en el ciclo; además, su distribución se considera adecuada, pues de los 127 días transcurridos de la siembra a la cosecha, en 55 de ellos se registraron lluvias y no se presentó un período decenal con



ausencia de las mismas.

Figura 1: Precipitación y Días con Lluvia en Períodos Decenales. Ciclo Primavera-Verano 2013 en suelos fluvisoles de Huimanguillo, Tabasco. INIFAP.CIRGOC. Campo Experimental Huimanguillo.

Del total precipitado, 203 mm ocurrieron en los primeros 10 días, sin embargo los encharcamientos que se presentaron no afectaron negativamente la germinación ni la emergencia del maíz, pues se logró establecer la densidad de población programada; de los 11 a 50 días de la siembra se acumularon 134.8 mm, de los 51 a 90 días 286.7 mm y de los 91 a 120 días 159 mm. Lo descrito, permitió que durante el ciclo no se observaran síntomas de deficiencia o exceso de agua en el maíz, lo cual se tradujo en rendimientos de grano superiores a los obtenidos en evaluaciones homólogas anteriores.



En el Cuadro 1 se presenta un resumen del resultado del análisis de varianza a seis variables de respuesta, la información indica que en las seis variables se encontró diferencias altamente significativas entre los genotipos, lo que permite afirmar que el comportamiento agronómico de los genotipos evaluados es diferente en al menos dos de ellos; así también, los coeficientes de variación (CV) asociados a las variables oscilan entre 8.97 y 1.52 %, considerados adecuados en este tipo de pruebas, lo descrito demuestra que las diferencias estadísticas detectadas son una respuesta del material genético a las condiciones agro meteorológicas y de manejo y no a errores experimentales.

Cuadro 1. Análisis de Varianza de Seis Variables en la Evaluación de Genotipos de Maíz. Ciclo Primavera-Verano 2013/13. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Huimanguillo.

VARIABLE	C.M.E.	MEDIA	C. V. (%)	P > F
Días a flor masculina	0.9633	51.3	1.91	0.00
Días a flor femenina	0.8544	51.6	1.79	0.00
Altura de planta (cm)	76.7368	293.4	2.99	0.00
Altura de mazorca (cm)	29.0197	142.9	3.77	0.00
Relación grano/olote	0.0002	0.82	1.52	0.00
Rendimiento de grano (kg ha <sup>-1</sup> )	438616.8125	7382	8.97	0.00

CME = Cuadrado medio del error; CV = Coeficiente de variación.

Los resultados, Cuadro 2, de la variable días a floración masculina indican que ocurrió entre los 49.75 y 53 días después de la siembra, que corresponde al híbrido H-520 y a RW-4001 y H-564C respectivamente, mismos que difieren estadísticamente según la prueba de medias del testigo, al igual que HS-55, P4082W, HEB2, HEB3 y HEB4; la media en el ensayo es de 51.3 días.

La floración femenina en promedio ocurrió a los 51.6 días, lo que implica una diferencia de un día entre los dos tipos de floración, es decir existe una excelente sincronía que se traduce en buena formación de grano y de la mazorca. El genotipo más precoz fue el H-520 con 50 días, le siguieron HE1B, DK-390 y DK-400 con 50.25 y 50.5 días respectivamente, mientras que el más tardío fue RW-5001 con 54 días, además del HE3B y H-564C con 53.25 días, todos diferentes estadísticamente según la prueba de medias al H-520; HS-55, P4082W, RW-4001 y HE4B, también mostraron ser diferentes al testigo.

Por lo anterior, se puede afirmar que el grupo de híbridos evaluados son de ciclo intermedio, característica apropiada de acuerdo con las condiciones de suelo y de clima presentes en regiones afines del estado de Tabasco.

La altura de planta y de mazorca son variables de respuesta a considerar en la evaluación de material genético, por la implicación que tienen sobre el porcentaje de acame, dada la presencia de fuertes vientos, sobre todo en la etapa de formación de grano y madurez fisiológica; en la prueba, la media en altura de planta fue de 293.4 cm y la de mazorca 142.9 cm, lo que significa que la mazorca está insertada en la parte media de la planta, hecho que contribuye a evitar el volcamiento, pues cuando la mazorca se encuentra en el tercio superior como ocurre con los criollos regionales se incrementa la posibilidad de acame.

De los híbridos evaluados, los de mayor altura en planta fueron: P4082W (311 cm), HE3B (308.8 cm), DK-390 y P3966W (305 cm) y P4063W (300.8 cm); los de porte más bajo correspondieron a DK-400 (274.3 cm), H-564C (276 cm), RW-4001 (281.3 cm), DK-393 (283.5 cm) y H-566A (286.5 cm); todos los genotipos señalados son diferentes estadísticamente al testigo H-520 cuyo porte alcanzó los 293.5 cm.

En altura de mazorca, los que mostraron diferencia estadística respecto de H-520 son P4082W con 159.8 cm, DK-390 con 158.8 cm, HE3B (150.8 cm) y RW-4001 (125.8 cm); el rango en esta característica es de 34 cm lo cual permite aseverar que en la práctica es un grupo de materiales de porte intermedio y que por su media permiten se realice la dobla, actividad que acelera el secado de grano y reduce las pérdidas por pudrición y germinación de grano.

Cuadro 2. Características Agronómicas de Genotipos de Maíz y Prueba de Medias. Ciclo Primavera-Verano 2013/13. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Huimanguillo.

Genotipo	Días a floración		Altura (cm)		REL. Grano/olote	REND. (kg ha <sup>-1</sup> )
	Masculina	Femenina	Planta	Mazorca		
DK-390	50.5	50.5	305.0*	158.8*	0.85	8130
DK-393	51.25	51.25	283.5*	141.8	0.86	8502
DK-395	51.25	51.25	289.5	144.5	0.85	7764
DK-400	50	50.5	274.3*	137.3	0.86	8665
HS-55	52*	52.75*	293.3	132.5	0.80*	5523*
P3575W	50.5	51.25	296.8	138.3	0.85	8682
P3966W	50.5	51	305.0*	150.3	0.84	8863*
P4063W	51	51	300.8*	144.5	0.82	8693
P4082W	52*	52*	311.0*	159.8*	0.81*	8569
RW-4000	51	51	290.5	145.8	0.80*	6653
RW-4001	53*	54*	281.3*	125.8*	0.80*	6681
RW-5000	51	51.25	289.0	135.5	0.83	7800
RW-5001	51.25	51.25	297.5	138.3	0.80*	6799
HE1B	50.5	50.25	292.3	146.8	0.81*	7348
HE2B	52*	51.75	295.8	145.8	0.79*	6513
HE3B	52.5*	53.25*	306.8*	150.8*	0.79*	6448
HE4B	52.25*	52.5*	299.5	149.3	0.80*	6034
H-564C	53*	53.25*	276.0*	135.3	0.76*	6635
H-566A	50.75	51.75	286.5*	139.0	0.80*	5904*
H-520	49.75	50	293.5	139.3	0.85	7433
Dunette (P=0.95)	2.08	1.96	6.19	11.4	0.03	1401.5

\* = Diferencia estadística respecto al testigo H-520

La relación grano-olote promedio fue de 0.82, que se considera bueno en este tipo de pruebas; en la presente, los genotipos con valores menores o iguales a 0.80 fueron los menos productivos, y los de mayor rendimiento se asocian a relaciones mayores o iguales a 0.81, los híbridos que mostraron diferencia estadística con el testigo obtuvieron índices menores o iguales a 0.81.

El rendimiento de grano es la característica más importante para el productor que produce para el mercado, en el ensayo la producción media fue de 7382 kg ha<sup>-1</sup>, índice que supera en 5765 kg ha<sup>-1</sup> al obtenido en el año agrícola 2011 en Tabasco (INEGI, 2012), lo que demuestra la posibilidad de incrementar la producción cuando se utilizan genotipos y técnicas adecuadas a las áreas productoras.

Los resultados indican que los híbridos de mayor y menor rendimiento fueron P3966W y HS-55 con 8863 kg ha<sup>-1</sup> y 5523 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, además de ser diferentes estadísticamente respecto del testigo H-520 que obtuvo 7433 kg ha<sup>-1</sup>; también destacaron P4063W, (8693 kgha<sup>-1</sup>),



P3575W, (8682 kg ha<sup>-1</sup>), DK-400, (8665 kg ha<sup>-1</sup>) y P4082W con 8569 kg ha<sup>-1</sup>. Otros genotipos con rendimientos menores a los descritos son H-556A, (5904 kg ha<sup>-1</sup>), HE4B, (6034 kg ha<sup>-1</sup>) y HE3B con 6448 kg ha<sup>-1</sup>.

Cuadro 3. Características Agronómicas de Genotipos de Maíz. Ciclo Primavera-Verano 2013/13. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Huimanguillo.

Genotipo	Porcentaje				Sanidad Planta		Calificación		
	Acame	Mala Cobertura	Daño Pájaro	Mazorca Podrida	Roya	Tizón	Mazorca	Planta	Mazorca
DK-390	2.7	5.6	2.3	1.7	7.8	8.0	7.5	7.25	6.75
DK-393	0.0	2.0	2.0	0.5	7.5	8.3	7.5	8.5	7.75
DK-395	0.5	3.8	3.8	1.6	8.0	7.8	7.25	7.5	7.25
DK-400	0.0	14.9	7.4	3.2	8.5	8.5	6.75	8.25	7.25
HS-55	0.5	8.8	10.6	4.7	8.0	7.3	6.5	6.75	5.75
P3575W	0.5	6.6	4.1	2.0	7.0	7.5	7.25	7.25	7.75
P3966W	1.5	0.5	0.5	2.7	7.8	7.5	7.75	7.25	7.5
P4063W	0.0	2.3	1.1	1.1	7.5	7.3	7.75	7.5	8
P4082W	0.5	2.6	3.1	2.1	7.5	7.5	7.25	7	7.25
RW-4000	0.0	10.7	9.7	6.6	8.0	7.5	6.75	7.25	6.5
RW-4001	0.0	5.6	2.3	0.5	8.0	8.0	7.5	8	7
RW-5000	0.0	8.0	3.0	2.5	7.3	7.5	7.25	6.5	6.5
RW-5001	0.0	9.7	9.7	5.1	8.0	7.5	6.75	7.25	6.25
HE1B	0.0	7.7	9.2	3.1	7.8	7.5	7.25	7.25	6.75
HE2B	0.0	7.8	10.4	6.3	7.5	8.0	7	7	6.75
HE3B	0.0	7.7	7.1	4.4	8.0	8.0	7	7.25	6.5
HE4B	0.0	12.2	14.6	9.8	8.0	7.5	6.75	7.25	6.5
H-564C	0.0	0.7	0.7	2.6	8.3	8.0	7.5	8.5	6.5
H-566A	0.0	5.9	8.6	3.8	7.5	7.8	7	7.25	6.75
H-520	0.5	5.0	1.7	1.7	7.8	7.0	6.75	7.25	6
MEDIA	0.34	6.41	5.60	3.3	7.8	7.7	7.15	7.4	6.86

En el cuadro 3 se describen los resultados de otras variables como el porcentaje de acame, cuyo promedio fue de 0.34 %, considerado bajo al compararlo con ciclos homólogos anteriores como el primavera-verano 2012 cuya media fue de 6.8 %, los híbridos DK-390 con 2.7 % y P3966W con 1.5 % mostraron los porcentajes mayores; de los 20 genotipos evaluados, en 13 de ellos el acame fue nulo.

La buena cobertura de mazorca permite el escape a plagas de almacén como el gorgojo, por ello los productores de autoconsumo en Tabasco, utilizan variedades criollas dado su excelente cobertura; variedades mejoradas que cumplan con esta característica tienen una alta probabilidad de ser utilizadas, de tal forma que híbridos como DK-400 con 14.9 % de mala cobertura, RW-4000 con 10.7 %, HE4B con 12.2 % y RW-5001 con 9.7 % tienen desventaja sobre el resto de ellos; en la prueba los de mejor comportamiento fueron P3966W, (0.5 %), H-566A, (0.7 %), y DK-393 con 2 %; la media general del ensayo fue de 6.41 %.

En la práctica, el daño de aves se asocia a la mala cobertura, el resultado indica, que efectivamente, los genotipos con mayor deficiencia en ésta característica presentaron los mayores porcentajes de daño de pájaro como fue el caso para HE4B con 14.6 %, HS-55 con 10.6 % o el HE2B con 10.4 % y el RW-4000 y RW-5001, ambos con 9.7 %: lo mismo ocurrió con la pudrición de mazorca, ya que los mayores porcentajes se cuantificaron en los híbridos descritos anteriormente y cuyos índices oscilaron entre 4.7 y 9.8 %.



Al evaluar la sanidad de planta a través de la presencia de enfermedades como la Roya (*Puccinia polysora*) y el Tizón (*H. maydis* y *H. turcicum*) se determinó que en general, el comportamiento es similar dado que la calificación asignada para la presencia de roya fue de 7.3 a 8.5, y en tizón de 7 a 8.5 valores que indican un nivel adecuado de resistencia de los diversos genotipos de acuerdo con la escala de medición estándar utilizada.

En lo referente a sanidad de mazorca se observó una media de 7.15, sin embargo híbridos como HS-55 con 6.5 y DK-400, RW-4000, RW-5001, HE4B y el testigo H-520 con 6.75 de calificación, condiciones de mayor precipitación a partir de la floración y hasta la cosecha puede incrementar su problemática por este aspecto.

En la evaluación del arquetipo de planta y mazorca, las calificaciones asignadas muestran que en planta los híbridos de mejor comportamiento fueron DK-393 y H-564C con 8.5, seguidos de DK-400 con 8.25 y RW-4001 con 8.0; por su parte los que mostraron mayor variabilidad fueron RW-5000 y HS-55 con 6.5 y 6.75 respectivamente. En el caso de la uniformidad de mazorca (tamaño, hileras y textura de grano), se identificó a los híbridos DK-393 y P3575W como los mejores, con una calificación de 7.75, mientras que la HS-55 y el H-520 con 5.75 y 6.0, respectivamente, éstos últimos fueron los más deficientes.

### CONCLUSIONES

Por su rendimiento de grano el híbrido P3966W fue el de mejor comportamiento con 8863 kg ha<sup>-1</sup>, superando al testigo comercial en 1232 kg ha<sup>-1</sup>, lo que representa un 16.13 %.

Por los días a floración masculina y femenina y a la altura de planta y mazorca media, al grupo de genotipos evaluados se clasifican de ciclo y de porte intermedio dado que su floración masculina media ocurre a los 51.3 días y su altura media de planta es de 293.4 cm.

Existen genotipos de maíz con características agronómicas adecuadas para su siembra en primavera-verano en Tabasco.

### LITERATURA CITADA

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2012. Anuario Estadístico de Tabasco. Sección Agricultura. México, D. F.
- Gordon, M. R. y Deras, F. H. 2011. Evaluación de híbridos blancos y amarillos del PCCMCA. [Fecha de consulta: 6 mayo de 2014] Disponible en: <http://www.productoradesemillas.com/Artecnicos/granos%20basicos/Resultados%20de%20PCCMCA%20de%20maices%20de%20granos%202,011.pdf>
- Guerra, F.; Fuentes, M.; Cruz, O.; Espinoza, A.; Pixley, L.; Camargo, I.; y Castellanos, S. 2003. Evaluación de híbridos experimentales de maíz del PRM en Centroamérica. *Agronomía Mesoamericana*. 14 (1): 21-25.
- Rodríguez, G. R. E; Ponce, M. J. F.; Rueda, P. E. O.; Avendaño, R. L.; Paz, H. J. J.; Santillano, C. J. y Cruz, V. M. 2011. Interacción genotipo - ambiente para la estabilidad de rendimiento en trigo en la región de Mexicali, B.C., México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14 (2): 543-558.



## EVALUACION DE GENOTIPOS DE SOYA EN EL ESTADO DE CAMPECHE

Hernández P.M.\*<sup>1</sup>, Soto R.J.M.<sup>1</sup>, Canales C.R.<sup>1</sup> y Orona C.F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CE Edzná-CIRSE-INIFAP.

[hernandez.mirna@inifap.gob.mx](mailto:hernandez.mirna@inifap.gob.mx)

T-68

### RESUMEN

El objetivo fue incrementar la productividad del cultivo de soya por unidad de superficie en EL Estado de Campeche mediante la evaluación de 25 genotipos de soya, donde se aplicó la tecnología para la producción de éste cultivo, incluyendo cinco variedades generadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). En la zona centro del Estado, en el ciclo Primavera-Verano 2013, se sembró un ensayo de evaluación de rendimiento y características agronómicas, en la Estación Experimental de la Fundación Produce Campeche (FUPROCAM). La siembra se realizó el 14 de agosto, en surcos separados a 70 cm, el cultivo fue bajo condiciones de temporal. Las variables de respuesta evaluadas fueron: Altura de planta, número de vainas, número de ramas, altura a primera vaina, número de semillas por planta, acame de plantas, peso de grano, humedad y rendimiento de grano. De acuerdo al rendimiento, el mejor genotipo evaluado fue el H02-2167 con 2.6 t ha<sup>-1</sup>. La Huasteca 200 mostró buen comportamiento con 2.5 t ha<sup>-1</sup>. Los genotipos H98-1076, H98-1521 y H98-1052, mostraron comportamiento similar, siendo parte de los cinco primeros lugares con 2.5 t ha<sup>-1</sup> cada una. Con relación a la altura de planta el genotipo que presentó mayor tamaño fue el H02-2295 con 93.1 cm, seguido de los genotipos H02-1656, H02-2248, H02-2331 y H021337 con 91.4, 88.5, 88.4 y 87 cm respectivamente. La Huasteca 200 ocupó el sexto lugar en cuanto a altura se refiere con 82.5 cm. En respuesta a plagas defoliadoras se clasificaron como tolerantes, situación que indica que no es problema para estos genotipos. Se concluye que para la producción de soya en el Estado de Campeche, el mejor material de soya de ciclo largo evaluado, que presenta características agronómicas y máximo rendimiento fue el genotipo H02-2167.

**Palabras claves:** genotipos, soya, rendimiento.

### INTRODUCCIÓN

La soya es la oleaginosa más cultivada a nivel mundial, debido a la alta cantidad de aceites (20%) y proteínas (40%) contenidos en el grano. El aceite se utiliza para consumo humano y usos industriales, tales como la fabricación de margarinas, mantequillas, chocolates y una amplia gama de productos alimenticios y nutricionales. La harina es utilizada para la elaboración de alimento para consumo humano y para la formulación de alimentos balanceados utilizados en la ganadería productora de carne, leche y huevo (Maldonado *et al.*, 2007 y Maldonado *et al.*, 2010). En la última década, este cultivo ha sido el de mayor crecimiento en superficie y producción; siendo los principales países productores Estados Unidos, Brasil, Argentina y China. En México, la producción de soya es deficitaria, por lo que se ubica en el cuarto lugar de importar grandes cantidades de este grano para satisfacer la demanda de la industria que abastece de aceite y proteína vegetal al mercado nacional. La producción nacional se concentra en los estados de Tamaulipas, Chiapas y Campeche.

Desde su introducción a la península de Yucatán, Campeche es el único estado donde no se ha dejado de cultivar esta oleaginosa. Durante los últimos diez años se han llegado a sembrar hasta 30,000 has, con rendimientos comerciales anuales de 1.1 a 2.6 t ha<sup>-1</sup>, sin embargo, con los nuevos componentes tecnológicos (variedades de alta productividad, control integrado de plagas con énfasis en control biológico, nuevas técnicas de manejo agronómico) desarrollados



para este grano, se pueden obtener rendimientos potenciales cercanos o ligeramente superiores a las 3.0 t ha<sup>-1</sup> (Fuente y Cárdenas, 1983; Rivera y Fuente 1983; Soto *et al.*, 1990).

En México el programa de mejoramiento genético de soya tropical del INIFAP ha generado las variedades Huasteca 100, Huasteca 200, Huasteca 300, Huasteca 400 y Tamesí, para las condiciones de esta zona ecológica (Maldonado *et al.*, 2007) estas variedades tienen su mejor adaptación en la región de las Huastecas (Tamaulipas, Veracruz y San Luis Potosí); sin embargo, las variedades Huasteca 200 y Huasteca 400 han mostrado amplia adaptación en varias regiones de los estados del sur-sureste del país debido a su baja sensibilidad al fotoperiodo, por lo que son las variedades que actualmente ocupan la mayor superficie de siembra comercial en las zonas productoras de soya del trópico mexicano (Valentín *et al.*, 2006).

En 2012, México importó el 93% de la soya que se consume en el país, por lo que existe un gran interés del sector en aumentar la superficie de este cultivo e incrementar el rendimiento por unidad de superficie. Para lograr lo anterior, es necesario realizar un programa de reconversión agrícola basado en un estudio de zonificación cuantitativa, que además considere factores socioeconómicos de los productores potenciales.

En la zona sur-sureste de México, existen diversos factores que han limitado la expansión del cultivo de soya, entre los que destacan, la baja disponibilidad de variedades de alta productividad, la sensibilidad al fotoperiodo corto, la susceptibilidad de variedades a plagas y enfermedades y la escasa disponibilidad de semilla de alta calidad de las variedades comerciales, la cual es un elemento muy importante para producir eficientemente este cultivo, y debe considerarse como una inversión para mejorar el rendimiento (Assis *et al.*, 2005). Es importante validar de manera específica el manejo agronómico de la soya, para lograr su optimización mediante el ajuste del paquete tecnológico diferenciado.

## OBJETIVO

Determinar variedades de soya con potencial de rendimiento, así como características agronómicas que se adapten a las condiciones edafoclimáticas del Centro y Norte del Estado de Campeche.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización.** El trabajo del Ensayo Uniforme de Trópico Húmedo (EUTH) se estableció en la Estación Experimental de la FUPROCAM denominada Vitrina Tecnológica, ubicada en el Ejido San Antonio de Cayal, Municipio de Campeche, Campeche.

**Información del cultivo.** Se evaluaron 25 genotipos de soya, entre los que destacan cinco variedades comerciales generadas por el INIFAP (Huasteca 100, 200, 300, 400 y Tamesí) y los otros 20, son materiales genéticos promisorios.

1. H98-1052	6. H02-2309	11. H02-2167	16. H02-2248	21. H98-1076
2. H02-1656	7. H98-1325	12. H98-1021	17. H02-2295	22. Huasteca 400
3. H98-1281	8. Huasteca 100	13. H98-1521	18. H02-2331	23. Huasteca 300
4. H88-1880 (tamesí)	9. H02-2082	14. H02-2091	19. H98-1240	24. H02-1292
5. H02-1337	10. H02-1987	15. H98-1028	20. H98-1192	25. Huasteca 200

El experimento, fue establecido bajo un diseño de látice cuadrado balanceado con tres repeticiones. La parcela total consistió de cuatro surcos de cinco metros de longitud por 0.70 m entre surcos. La parcela útil la formaron los dos surcos centrales. La preparación del terreno, consistió en tres rastreos; donde, al último de estos se le sujetó a la rastra un madero pesado para que con ello tuviéramos un empareje del suelo y de esta manera evitar encharcamientos. La fecha de siembra fue el día 14 de agosto del 2013 bajo régimen de temporal (figura 1), en

suelo luvisol férrico, con buen drenaje, textura arcillosa caolinita y un clima cálido húmedo. A la semilla se le aplicó Carboxin + Permetrina (51 gr por cada 20 kg de semilla).



Figura 1. Rayado de surcos y siembra manual del EUTH.

Se hizo conteo de plantas a los 15 días de emergencia, esto con el fin de aclarar por si hubiese muchas plantas por metro lineal y de esta forma tener una densidad de población más pareja entre todos los genotipos (figura 2).



Figura 2. Evaluación de densidad de población y aclareo a 20 plantas por metro.

Para el control de malas hierbas en preemergencia se utilizó una aplicación de herbicida glifosato ( $3 \text{ L ha}^{-1}$ ) + 2-4 D amina ( $0.5 \text{ l ha}^{-1}$ ). En postemergencia para el control de maleza de hoja ancha se utilizó bentazón, a razón de  $2 \text{ L ha}^{-1}$  del producto comercial; y para el control de maleza de hoja angosta se utilizó el Fluazifop-p-buthyl en dosis de  $1 \text{ L ha}^{-1}$  de producto comercial (figura 3).



Figura 3. Control de maleza en pre y pos emergencia

En el control de plagas se utilizó clorpirifos a una dosis de  $1 \text{ L ha}^{-1}$  de producto comercial, para eliminar a gusanos trozadores, chinches y mosquita blanca.



Los materiales genético evaluados fueron cosechados en función de sus madurez fisiológica, iniciándose a partir de fines de noviembre a mediados de diciembre. Los datos generados fueron: plantas por metro lineal, porcentaje de acame, incidencia de enfermedades y plagas, altura de planta, altura a primera vaina, número entrenudos/planta, número de vainas/planta, porciento de humedad en grano y rendimiento por (kg/ha) de grano.

**Información fenológica.** Para ser evaluados cada uno de los materiales del EUTH, fueron tomadas las variables: inicio de floración (R1), floración plena (R2), inicio de formación de vaina (R3), vaina completamente desarrollada (R4), inicio de semilla (R5), grano completo (R6), inicio de madurez (R7) y madurez fisiológica (R8). Los datos fenológicos fueron medidos en 10 plantas de cada repetición de los materiales del ensayo.

**Información agrometeorológica.** Durante su ciclo ontogénico, es decir, desde que se sembró hasta que se cosecho, que abarco del mes de agosto a diciembre del 2013 se colectaron, los datos meteorológicos (lluvia, temperatura, dirección y velocidad del viento, radiación solar, humedad relativa y humedad de la hoja) de la estación automatizada Cayal de la red estatal de INIFAP. Las EMAS registran en forma continua y a intervalos de cada 15 minutos, las condiciones del estado del tiempo de las variables temperatura del aire, precipitación, radiación solar, humedad relativa, humedad de la hoja y la dirección y velocidad del viento. Los datos y aplicaciones de las EMAS son presentados en el sitio web: <http://www.clima.inifap.gob.mx>.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Información agrometeorológica.** En el cuadro 1, se presentan los valores de las variables meteorológicas de la EMA Cayal del periodo de julio a diciembre del 2013. La lluvia acumulada en este periodo fue de 1043 mm; la temperatura media de 25.2 °C, el promedio de la humedad relativa es de 86.1 % y una radiación global media de 374.6 watts/m<sup>2</sup>.

**Cuadro 1.** Condiciones meteorológicas durante el ciclo ontogénico de los materiales de soya en 2013.

Fecha	Prec.	T. Max.	T. Min.	T. Med.	VV max.	DVV max.	VV	DV	Rad. G.	HR	ET	EP
Julio	325.4	33.27	21.75	26.6	27.7	109.4(E)	4	6.69(N)	367.9	81.3	109.6	112.9
Agosto	270.6	33.11	21.51	26.06	21.5	111.8(E)	2.5	277.85(O)	369.33	85.3	99.7	104.5
Septiembre	135.6	31.92	22.06	25.87	13.2	166.1(S)	3	<b>339.56(N)</b>	<b>278.2</b>	88.9	73.4	73.1
Octubre	118.8	32.61	20.94	25.75	10.5	299.5(NO)	2.7	185.61(S)	461.92	85.5	121.0	124.5
Noviembre	161.4	29.93	19.46	23.72	11.4	146.1(SE)	2.9	78.18(E)	393.49	88.4	89.2	104.6
Diciembre	31.2	29.15	18.81	23.27	14.3	214.8(SO)	3.8	147.28(SE)	376.94	87	86.7	109.9
Total /promedio	1043.0	31.7	20.8	25.2					374.6	86.1	579.6	629.5

**Información fenológica.** En el cuadro 2 se presentan los datos fenológicos de los materiales de soya.

**Cuadro 2.** Datos fenológicos y rendimiento de los materiales genéticos de soya. 2013.

Genotipo	Días a floración (R2)	Días a madurez fisiológica (R7)	Días a cosecha (R8)	Rend. Kg/ha
H02-2091	37	95	112	1935.5



H02-2309	37	96	119	2016.4	
HUAS-300	37	96	122	2145.7	
H88-1880	37	97	119	1915.1	
H02-2295	37	99	119	2407.6	2084.06
H98-1521	38	92	109	2471.2	
HUAS-400	38	92	109	2059.6	
H02-1337	38	94	108	2007.9	
H02-2248	38	94	109	2081	
H98-1325	38	94	111	2065.6	
H02-1987	38	96	116	2019	
H98-1192	38	96	117	2119.7	
H02-2331	38	99	120	1503.4	
H98-1021	38	103	116	2356.6	2076.0
H02-2082	39	100	125	2165.6	2165.6
H98-1240	40	93	115	2213.2	
H98-1076	40	103	116	2498.8	2402.5
H98-1281	41	89	108	2306.2	
H98-1028	41	114	122	2166.9	2236.6
H98-1052	42	104	126	2457.7	2457.7
Huas-100	43	97	108	2450.9	2450.9
H02-1292	44	114	125	2382.5	2382.5
H02-2167	49	112	125	2629.4	2629.4
HUAS-200	50	108	117	2540.9	
H02-1656	50	110	116	2238.6	2389.8

Los días de floración completa R2 los materiales más tardíos con 50 días fueron Huasteca 200 y H02-1656, mientras que los más precoces a esta característica fueron los genotipos H02-2091, HUAS-300, H02-2309, H88-1880 y H02-2295 con 37 días cada uno. En cuanto a la madurez fisiológica, fueron dos genotipos los más tardíos con 114 días tales materiales son H02-1292 y H98-1028, mientras los que presentaron valores más bajos dentro del último grupo de respuesta con 92 y 89 días a la madurez fisiológica están los materiales H98-1521, Huasteca 400 y H98-1281. Para los días de cosecha presentaron valores muy similares entre los genotipos H98-1052, H02-1292, H02-2167 y H02-2082 con 125 y 126 días a cosecha, mientras que los precoces se encuentran la variedad Huasteca 100 y los genotipos H02-1337 y H98-1281, los tres materiales con 108 días a cosecha. La tendencia en la relación ciclo ontogénico de los materiales de soya y rendimiento, muestra que los más precoces tienen menos rendimiento y los tardíos muestran mayor rendimiento.

**Información agronómica.** En cuanto a la altura de planta, a primera vaina y rendimiento en el cuadro 3, se observa que los rendimientos de los materiales con altura mayor de 60 y 90 cm presentan el mayor rendimiento.

**Cuadro 3.** Datos de altura de planta, altura a primera vaina y rendimiento de los materiales genéticos de soya. 2013.

Genotipo	Altura planta (cm)	Altura vaina (cm)	Rend. Kg/ha
----------	--------------------	-------------------	-------------



H88-1880	51.1l	5.9ab	1915.1	
H98-1021	60.9kl	4.7b	2356.6	2135.9
H98-1052	63.1jk	2.5b	2457.7	
H98-1281	64.2jk	11.3ab	2306.2	
H98-1192	64.7ijk	5ab	2119.7	
H98-1325	65.6ijk	7.5ab	2065.6	
H98-1076	66.6hijk	5.8ab	2498.8	
H02-1292	68.4ghijk	5.1ab	2382.5	
H98-1521	68.6ghijk	10.7ab	2471.2	
Huas-100	68.8ghijk	13.2ab	2450.9	2344.1
H98-1028	70.2fghijk	4.7b	2166.9	
H98-1240	70.9efghijk	3.7b	2213.2	
H02-1987	74.2efghij	13.3ab	2019	
HUAS-400	74.5efghij	9.2ab	2059.6	
H02-2082	74efghij	5.9ab	2165.6	
H02-2309	76.2defghi	6.5ab	2016.4	
HUAS-300	78.3cdefgh	7.9ab	2145.7	2112.3
H02-2167	80.1bcdefg	6.4ab	2629.4	
H02-2091	80.7bcdef	9.8ab	1935.5	
HUAS-200	82.2abcde	9.5ab	2540.9	
H02-1337	87 abcd	12.ab	2007.9	
H02-2331	88.4abc	7.6ab	1503.4	
H02-2248	88.5abc	16a	2081	2116.4
H02-1656	91.4ab	9.1ab	2238.6	
H02-2295	93.1a	3.5b	2407.6	2323.1

El grupo con porte alto a intermedio lo conforman 13 genotipos con valores de 93.1cm material H02-2295 a 74.5 cm como los materiales H02-2082 y la variedad Huasteca 400, señalando que dentro de estos materiales se encuentra H02-2167 que presento de los rendimientos excelentes mientras que en los demás tienen un rendimiento medio, así mismo se presenta H02-2331 que fue la de menor rendimiento con una altura intermedia. Relacionado a la altura de la primera vaina hay diferencia significativa pues los valores más altos oscilan entre los 16cm para el genotipo H02-2248 seguido por 13.3 cm, para Huasteca 100 y H02-1987, mientras que cinco genotipos muestran el grupo con sus vainas muy pegadas al suelo, H98-1028, H98-1021, H98-1240, H02-2295 y H98-1052 con altura de 4.7 a 2.5 cm, lo que podría ocasionar afectaciones a la hora de la cosecha debido a que la trilladora no logre cortar la planta completa y los granos pueden verse afectados por la humedad del suelo.

En relación al número de entrenudos (Cuadro 4) los datos indican que hay diferencia significativa entre los materiales de soya evaluados, en relación al número de vainas por planta la tendencia es a mayor número de vainas mayor rendimiento de grano.

**Cuadro 4.** Datos de número de vainas por planta y número de entrenudos y rendimiento de los materiales genéticos de soya. 2013.

Genotipo	Número de vainas	Número entrenudos	Rend. Kg/ha	
H02-2167	44.3	15.6bcdef	2629.4	
H02-2091	45.0	16.8abc	1935.5	
HUAS-300	46.2	17.1ab	2145.7	
H02-1987	48.8	15.7bcde	2019.0	2182.4
H02-2331	50.0	16.6abcd	1503.4	



H02-2248	51.4	16.9abc	2081	
H02-2082	52.6	15.7bcde	2165.6	
H98-1052	53.2	12.5ij	2457.7	
H02-2309	57.3	16.9abc	2016.4	2044.8
H98-1325	60.6	13.4fghij	2065.6	
H98-1028	63.8	13hij	2166.9	
H98-1240	64.4	14.5defghi	2213.2	
H02-2295	64.8	18.6a	2407.6	
H98-1076	65.6	13.2ghij	2498.8	
H88-1880	67.2	11.6j	1915.1	2211.2
H98-1192	73.6	13.1hij	2119.7	
H02-1337	75.8	18.8a	2007.9	
H98-1021	76.6	12.8hij	2356.6	
Huas-100	79.2	14.9bcdefgh	2450.9	2233.8
HUAS-400	85.5	15bcdefgh	2059.6	
H02-1292	89.4	14.8cdefgh	2382.5	2221.1
H98-1281	97.6	14.efghi	2306.2	2306.2
H98-1521	102.8	14.5defghi	2471.2	
H02-1656	105.1	16.6abcd	2238.6	2354.9
HUAS-200	131.3	15.4bcdefg	2540.9	2540.9

Los resultados que arroja el análisis de varianza del rendimiento de los materiales, es que dentro del primer grupo de respuesta al rendimiento se encuentran seis genotipos, que van desde 2629.4 a 2450.9 kg/ha., tales materiales como Huasteca 100 y Huasteca 200 son sobresalientes por su consistencia en pruebas anteriores para el entorno presentado en San Antonio Cayal, Campeche, teniendo mayores rendimientos los materiales del genotipo H02-2167 y Huasteca 200, mientras que los valores con menor respuesta están en el grupo tres con una variedad con poca rendición del genotipo H02-2331, con 1503.4 kg/ha.

## CONCLUSIONES

Los datos de lluvia indican una condición atípica durante el ciclo ontogénico de los materiales genéticos, lo cual impacta favorablemente en el rendimiento de grano alcanzado, ya que los datos históricos señalan una terminación del periodo de lluvias en noviembre. Los datos fenológico de los materiales con más de 39 días a R2 presentan los rendimientos de grano mayores. El efecto de la tardía fecha de siembra de los materiales de soya, se muestra en la altura alcanza a la primera vaina, ya que 19 de los genotipos reportan una altura menor a los 10 cm. En relación al rendimiento de grano, siete genotipos reportan más de 2.4 t/ha, siendo estos: H02-2295, Huasteca-100, H98-1052, H98-1521, H98-1076, Huasteca-200 y H02-2167.

## BIBLIOGRAFÍA

- Assis *et al.*, 2005. Manual de identificación de enfermedades de soya. EMBRAPA (Empresa Brasileña Pesquisa Agropecuaria). Centro Nacional de Pesquisa de soya. Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento. Brasil. ISSN: 1516-781X. 72 p.
- INIFAP. 1999. Curso-Taller: Investigación de vanguardia para la generación de tecnología de producción de soya en México. Publicación especial No. 2. INIFAP. C.E. Sur de Tamaulipas, México. 212 p
- Fuente S.H. y Cárdenas D.J. 1983. Guía para fertilizar la soya bajo condiciones de temporal en Campeche. Folleto para productores No. 5. SARH-INIA-CIAPY-CAE Campeche. Campeche, Camp. México. 10p.



- Maldonado, M.N, G. Ascencio, L. y J. Avila, V. 2007. Guía para cultivar soya en el sur de Tamaulipas. Folleto para productores No 2. C.E Sur de Tamaulipas, CIRNE-INIFAP. Altamira, Tamps; México. 83p.
- Maldonado, M.N. y Ascencio, L.G. 2010. HUASTECA 200, variedad de soya de baja sensibilidad al fotoperiodo corto para el trópico de México. Revista Mexicana de Ciencias
- Soto R. *et al.*, 1990. Guía para producir soya de temporal en suelos rojo (kan-kab) en Quintana Roo. Folleto para productores núm. 20. CIFAPQROO-INIFAP-SARH. Chetumal, Quintana Roo, México. 14p.
- Rivera L. M. y Fuente S. H. 1983. Guía para producir soya de temporal en Campeche. Folleto para productores núm. 4. SARH-INIA-CIAPY-CAECAMPECHE. Campeche, Camp. México.12p.
- Valentín, A. E. y Tosquy V.O.H. 2006. Control químico y mecánico de maleza en soya de temporal. Agricultura Técnica en México Vol. 32 Núm. 3 Septiembre-Diciembre 2006 p. 353-358.



## MODELACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FUNGICIDAS UTILIZANDO EL PROGRAMA MELCAST EN EL CULTIVO DE LA SANDÍA EN LA ZONA CENTRO DEL ESTADO DE CAMPECHE, MÉXICO

Soto R.J.M.<sup>1</sup>, Egel D.<sup>2</sup>, Rosado C. A.T.<sup>1</sup>, Canales C.R.<sup>1</sup>, Orona C. F.<sup>1</sup> y Hernández P.M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CE Edzná-CIRSE-INIFAP y <sup>2</sup>Southwest Purdue Agricultural Center, Vincennes, IN, USA.

[soto.jesus@inifap.gob.mx](mailto:soto.jesus@inifap.gob.mx)

T-69

### RESUMEN

En los últimos cinco años, la superficie sembrada con sandía en el Estado de Campeche tiene una media de 2000 hectáreas, las cuales son establecidas en el periodo de noviembre a febrero y cosechadas de febrero a mayo. La instalación en Campeche de la red estatal de Estaciones Meteorológicas Automatizadas (EMAS) en tiempo real (con 4 estaciones a partir del 2000 y ampliada a 25 estaciones en 2010), por parte de FUPROCAM e INIFAP, ha permitido generar información para la aplicación del manejo sitio específico, mejor conocido como agricultura de precisión. En la Universidad de Purdue en USA, Richard Latin y Dan Egel desarrollaron el programa Melcast para guiar las aplicaciones de fungicidas en melón y sandía en el control de tizón de la hoja por alternaria, antracnosis y tizón gomoso del tallo. El objetivo de este trabajo fue determinar el número de aplicaciones de fungicidas en el cultivo de la sandía, utilizando los datos meteorológicos de cada 15 minutos de las EMAS establecidas en las localidades de Cayal y Nohacal en cinco fechas de trasplante de sandía (16Oct; 16Nov; 16Dic; 16Ene y 16Feb) en función del programa de alerta biótica Melcast para los años 2005-2006; 2006-2007 y 2007-2008.

El manejo integrado del cultivo considera al tiempo atmosférico y el clima como los elementos que rigen la aparición, distribución y densidad de la biota (plagas, enfermedades y malezas), y al manejo del cultivo como los elementos centrales que desencadenan los problemas fitosanitarios de los cultivos agrícolas y en particular del cultivo de la sandía en el estado de Campeche. Melcast traduce los datos horarios de temperatura y humedad de las hojas en valores del índice de ambiente favorable (EFI, por sus siglas en inglés). Las aplicaciones de fungicidas se aconsejan a intervalos definidos por el tiempo epidemiológico (valores EFI) y no por el tiempo cronológico (días o semanas). La programación de las aplicaciones de fungicidas en sandía se basó en la acumulación de 35 unidades del EFI. La sensibilidad del modelo permitió detectar diferencias entre localidades, años y fechas de trasplante en cuanto al número de aplicaciones de fungicidas por ciclo ontogénico del cultivo y la cantidad de EFI acumulados durante el ciclo del cultivo. Para la primera fecha de trasplante, considerando los tres ciclos de cultivo (16oct2005-23ene2006; 16oct2006-23ene2007 y 16oct2007-23ene2008), el número total de aplicaciones en ambas localidades es de 40 y el EFI acumulado promedio es de 447.5 unidades. En cambio para la quinta fecha de trasplante, considerando los tres ciclos de cultivo (16feb2006-25may2006; 16feb2007-25may2007 y 16feb2008-25may2008), el número total de aplicaciones en ambas localidades es de 25 y el EFI acumulado promedio es de 222.5 unidades. El número promedio de aplicaciones de fungicida necesarias para las cinco fechas de trasplante es de 14, 12, 10, 9 y 8 de la primera fecha a la última, respectivamente, lo cual da elementos para la aplicación del manejo sitio específico en el control de las enfermedades en el cultivo de la sandía en esta zona del estado de Campeche. Los rangos de lluvia acumulada en el ciclo del cultivo indican valores por arriba de 200 mm/ciclo para la primera, segunda y última fecha de trasplante en la localidad de Nohacal, en cambio Cayal solo en la primera fecha.

**Palabras claves:** Sandía, fecha de trasplante, programación de fungicidas.

### INTRODUCCIÓN



La persistencia del cultivo de la sandía en Campeche desde la década de los setentas, le ha permitido mantener el acceso al mercado americano. Sin embargo el incremento de los problemas fitosanitarios del cultivo por plagas y enfermedades, afectan los ingresos de los productores y las exportaciones del producto por el incremento de las restricciones fitosanitarias para ingresar al mercado americano. El manejo integrado de plagas y enfermedades es una alternativa para reducir la carga de agroquímicos aplicados en el cultivo de la sandía y bajar los costos de producción en este rubro. EL manejo integrado de plagas y enfermedades considera al tiempo atmosférico y el clima como los elementos que rigen la aparición, distribución y densidad de la biota (plagas, enfermedades y malezas), y al manejo del cultivo como el elemento central que desencadena los problemas fitosanitarios de los cultivos agrícolas y en particular en el cultivo de la sandía en el Estado de Campeche (Canales Cruz, 1988; USAID-RED.2007).

El reto más importante en la producción de sandía para el mercado local, nacional y de exportación es el control sanitario. Aplicando fungicidas regularmente durante la estación de crecimiento se pueden evitar importantes pérdidas de producción por ataques de hongos patógenos (Maldonado I., Isaac y Aravena S., René. 2006). Esta práctica de aplicaciones sistemáticas puede ser efectiva pero puede suponer también un uso excesivo de fungicidas y/o dejar desprotegido el cultivo en algunos momentos de la temporada. Esto se puede traducir en mayores costes económicos, en pérdida de producción y en mayor impacto ambiental. Para responder al reto de mantener protegido el cultivo de sandía durante toda la temporada sin utilizar fungicidas en exceso, los investigadores Egel D. y Latin R. en 2001, de la Universidad de Purdue del Estado de Indiana (Estados Unidos) han desarrollado el programa Melcast que permite a los productores ayudar en el control exclusivamente del tizón de la hoja por alternaria, tizón gomoso del tallo y antracnosis. Desde 1996, los productores del Estado de Indiana, utilizan Melcast para programar las aplicaciones de fungicidas, reduciendo el uso de fungicidas en un 10-20 % sin aumentar el riesgo de las enfermedades. En Campeche, el programa Melcast fue validado en melón y sandía en el periodo de febrero a mayo del 2011 y en el periodo de noviembre del 2012 a marzo del 2013 en sandía nuevamente (Soto Rocha *et al.*, 2013).

Melcast utiliza datos horarios de humedad de la hoja y de temperatura para ayudar a los productores a programar las aplicaciones de fungicidas. El sistema se basa en modelos que se desarrollaron a través de la investigación en instalaciones de ambiente controlado y se validaron con la investigación en campo. El modelo traduce los datos horarios de temperatura y la humedad de las hojas en valores del índice de ambiente favorable (EFI). Las aplicaciones de fungicidas se aconsejan a intervalos definidos por el tiempo epidemiológico (valores EFI) y no por el tiempo cronológico (días o semanas). Los datos meteorológicos pueden ser obtenidos con los instrumentos disponibles en el mercado, o a partir de datos del Servicio Meteorológico Nacional.

En el periodo 2005-2013, la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), el Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y la Coordinadora Nacional de las Fundaciones Produce (COFUPRO), implementan el Proyecto Nacional de Estaciones Agroclimatológicas en México, para el cual se cuenta con 835 estaciones meteorológicas automatizadas (EMAS) instaladas actualmente. Son de la compañía austriaca ADCON TELEMETRY. Hoy en día, la red de estaciones agroclimáticas del Estado de Campeche se compone de 14 estaciones pertenecientes a la Fundación Produce Campeche (FUPROCAM), cuatro al Proyecto Nacional Cañero, siete al Proyecto de Alerta Temprana del CIRSE-INIFAP y una a un productor cañero, lo cual da un total de 26 EMAS instaladas en nueve de los once municipios del Estado de Campeche (Soto Rocha, J. M. y Báez González, A. D. 2011). Las EMAS registran en forma continua y a intervalos de cada 15 minutos, las condiciones del



estado del tiempo de las variables temperatura del aire, precipitación, radiación solar, humedad relativa, humedad de la hoja y la dirección y velocidad del viento. Los datos y aplicaciones de las EMAS son presentados en el sitio web: <http://www.clima.inifap.gob.mx>.

La red de estaciones brinda información para apoyar los procesos de producción agropecuaria: 1) Monitoreo meteorológico en tiempo real, 2) Caracterización regional del clima, 3) Aplicación del riego agrícola, 4) Control de plagas y enfermedades, 5) Reducción en el uso de agroquímicos, 6) Apoyo a los pronósticos climáticos para la agricultura, 7) Predicción de la cosecha en función de la tendencia climática, 8) Identificación de áreas con potencial climático para el establecimiento de cultivos alternativos y 9) Generación de registros climáticos en forma sistematizada.

### **Objetivo**

El presente estudio evaluó el programa de alerta biótica Melcast en el cultivo de sandía con los datos históricos del 2005 al 2008 de dos EMAS ubicadas en el municipio de Campeche, con la finalidad de contribuir al desarrollo agrotecnológico de esta hortaliza, para elevar su producción y productividad, mediante el uso de herramientas de la agricultura de precisión.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

En este trabajo tres aspectos fueron de suma importancia, 1) información Agronómica del cultivo de la sandía, 2) datos meteorológicos históricos de cada 15 minutos de las EMAS de Cayal y Nohacal de los años del 2005 al 2008 de los meses en que se realiza esta cultivo, y 3) validación de la sensibilidad del programa Melcast para la programación de la aplicación de fungicidas en el control de enfermedades en sandía.

Información Agronómica del cultivo. Las fechas de las siembras comerciales (trasplante) de sandía se realizan de noviembre a febrero, para cosechar el fruto en los meses de febrero a mayo. El ciclo ontogénico de los materiales genéticos utilizados en el cultivo es de 100 días después del trasplante. Con base en lo anterior, el trabajo consideró cinco fechas de trasplante de sandía (16Oct-23Ene; 16Nov-23Feb; 16Dic-25Mar; 16Ene-25Abr y 16Feb-26May) para calcular en función del programa de alerta biótica Melcast para los años 2005-2006, 2006-2007 y 2007-2008; la programación de fungicidas durante el ciclo ontogénico del cultivo de sandía. Los productores de sandía basan sus aplicaciones de fungicidas en un intervalo de tiempo de 5 a 7 días, dependiendo de las condiciones atmosféricas de lluvia presente y pronosticada

Datos históricos de las EMAS. En el Estado de Campeche desde el año 2000 se inició la instalación de la red estatal de Estaciones Meteorológicas Automatizadas “EMAS”, en las localidades de Cayal, Nohacal, CEEedzna y la primavera. La integración de las distintas bases que componen la Red Campeche se han logrado en un lapso de varios años “periodo 2000-2010”. A continuación se describe la infraestructura, mantenimiento y operatividad de la Red Campeche. La Red funciona a través de tres redes locales, “Red Edzná”, “Red Palizada”, “Red Ingenio la Joya” y la “Red externa Mococho”, ubicada en el estado de Yucatán, México.

**Componentes de las Estaciones Agrometeorológicas.** Cada estación está conformada por los siguientes equipos:

- Adwave A733 con antena y baterías
- Panel solar
- Sensor combo para temperatura del aire y humedad relativa
- Sensor de Radiación Solar
- Sensor de Velocidad y Dirección del Viento
- Pluviómetro
- Sensor de humedad de las hojas





**Generación de Datos Agrometeorológicos.** Las EMAS generan datos cada 15 minutos (96 datos diarios) de siete variables “dirección y velocidad del viento, radiación solar, humedad de la hoja, lluvia, temperatura y humedad relativa”. Con los datos meteorológicos crudos se calculan las temperaturas mínimas, máximas, diurnas y nocturnas, la humedad relativa mínimas, máximas, diurnas y nocturnas, intensidad de la lluvia cada 15 minutos o por hora, la velocidad mínima y máxima del viento cada 15 minutos, la evapotranspiración por el método de Penman-Monteith, unidades calor, el promedio y el total de la radiación solar diaria, el número de horas de brillo solar “fotoperiodo real”, las necesidades de agua de ocho cultivos de importancia estatal, además de los acumulados o promedias de los datos de cada 15 minutos según sea el caso en forma diaria, mensual y anual.

Para estimar los valores diarios del EFI en sandía, se utilizaron los 96 datos diarios de las EMAS Cayal y Nohacal, durante el periodo de octubre a mayo de los años 2005-2006, 2006-2007 y 2007-2008. Las especificaciones del sensor de humedad de la hoja de Adcon (Leaf Wetness Sensor A730WET), indican que los valores de 0 a 3 son interpretados como hoja seca y de 4 a 10 como hoja húmeda. Por lo cual los valores mayores de 3 reportado cada 15 minutos por la EMAS de Cayal y Nohacal fueron los utilizados para calcular en número de horas diarias con mojado foliar y el promedio de la temperatura ambiental en dicho periodo con valores húmedos del sensor de la hoja mojada. Con estos valores se calcularon los EFI diarios de acuerdo a los datos de la matriz para sandía de Latin *et al.*, 2001 (figura 1).

		T E M P E R A T U R E																												
Hours <sup>°C</sup>		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30										
L	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0										
	2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0										
	3	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0										
	4	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	0	0	0	0										
A	5	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	0	0	0	0										
	6	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	0	0	0	0										
	7	0	0	0	0	1	1	1	2	2	3	3	3	2	2	1	1	0	0	0										
	8	0	0	0	0	1	1	2	2	3	3	3	3	3	2	2	1	1	0	0										
W	9	0	0	0	0	1	1	2	2	3	3	3	3	3	2	2	1	1	0	0										
	10	0	0	1	1	1	1	2	3	3	4	4	4	3	3	2	1	1	0	0										
	11	0	0	1	1	1	2	2	3	4	4	4	4	4	3	3	2	1	0	0										
	12	0	1	1	1	1	2	3	3	4	4	5	5	4	4	3	2	1	1	0										
E	13	1	1	1	1	1	2	3	4	4	5	5	5	5	4	3	2	1	1	0										
	14	1	1	1	1	2	2	3	4	5	5	6	6	5	5	4	3	2	1	0										
	15	1	1	1	1	2	3	4	4	5	6	6	6	6	5	4	3	2	1	0										
	16	1	1	1	2	2	3	4	5	6	6	7	7	6	6	5	4	2	1	1										
S	17	1	1	1	2	2	3	4	5	6	7	7	7	7	6	5	4	3	1	1										
	18	2	2	2	2	3	4	5	6	7	7	7	7	7	6	4	3	2	1	0										
	19	2	2	2	2	3	4	5	6	7	8	8	8	8	7	6	5	3	2	1										
	20	2	2	2	3	4	5	6	7	8	8	8	8	8	8	7	5	4	2	1										
D	21	2	2	2	3	4	5	6	7	8	8	8	8	8	8	7	6	4	3	1										
	22	3	2	3	3	4	6	7	8	8	9	9	9	9	8	7	5	3	2	1										
	23	3	3	3	4	5	6	7	8	9	9	9	9	9	9	8	7	5	3	1										
	24	3	3	3	4	5	6	7	8	9	10	9	9	9	9	9	9	6	4	2										

Figura 1. Matriz EFI para sandía. Valores EFI diarios para rangos de duración de la hoja mojada (1-24) horas y temperatura promedio de (12-30 °C).

Dos ejemplos del cálculo del EFI diario son los siguientes, supongamos que tenemos 24 horas de mojado foliar, es decir 96 datos con valores del sensor mayores de 3 unidades y una temperatura media de 21 °C, con esto el EFI es de 10 unidades. Ahora supongamos que tenemos 10 horas de mojado foliar, es decir 40 datos con valores del sensor mayores de 3 unidades y una temperatura media de 22 °C, con esto el EFI es de 4 unidades. A estos valores se agregan dos unidades EFI por cada evento de lluvia registrado (Egel *et al.*, 2012).

**Validar el programa Melcast para la programación de fungicidas en sandía.** Para cada una de las cinco fechas de trasplante consideradas (16Oct; 16Nov; 16Dic; 16Ene y 16Feb), considerando una duración del ciclo ontogénico del cultivo de 100 días a partir de estas, se estimaron los valores EFI diarios y de acuerdo con Egel y Latin 2012, a partir de la primera aplicación realizada el mismo día después del trasplante, se acumularon 35 unidades EFI para calcular la fecha de

la segunda y las posteriores aplicaciones de fungicidas. Considerando los tres años analizados (2005-2006, 2006-2007 y 2007-2008) y las dos localidades (Cayal y Nohacal) con EMAS, el número analizado de ciclos del cultivo de sandía es de 30, lo cual es suficiente para demostrar la sensibilidad del programa Melcast para programar la calendarización de fungicidas en el cultivo de sandía en el estado de Campeche, México.

El uso de Melcast es simple. En lugar de aplicar fungicidas cada siete días siga estos pasos.

1. Hacer la pulverización inicial del fungicida en el momento, o antes, de que las enredaderas se toquen dentro de la hilera.
2. Revisar el valor de EFI para el día en que se aplicó el fungicida.
3. Calcular el límite para la segunda pulverización agregando 35 (para la sandía) al valor de EFI en el paso 2.
4. Hacer la segunda aplicación del fungicida 14 días después de la primera o antes si el límite de EFI ya fue alcanzado.
5. Revisar los valores de EFI el día en que hace la segunda aplicación del fungicida y volver a calcular el límite para la próxima aplicación.

Emplear Melcast como una guía para programar sus aplicaciones de fungicida pero también usando el sentido común (Egel, D. 2010; Egel, D. 2012 y Egel, D. and Latin R. 2012). Si por alguna razón existe una presión fuerte de la enfermedad entonces vuelva al programa de siete días para la aplicación del fungicida.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**EFI acumulados.** A continuación se presentan los valores EFI acumulados (Cuadro 1) para cada una de las fechas de trasplante y los años analizados en las localidades de Cayal y Nohacal. Los datos acumulados en los tres años de análisis del EFI muestran diferencias entre Nohacal y Cayal, del 2.70 al 9.01 %. En todas las fechas de trasplante, el EFI acumulado de Nohacal es mayor que el de Cayal. Entre fechas de trasplante los datos indican una reducción sistemática de los valores del EFI acumulado en ambas localidades, las diferencias entre la primera y última fecha de trasplante es 662 unidades EFI para Nohacal y de 688 unidades EFI para Cayal, lo cual nos da porcentajes de 48.64 % y 51.96 % para las localidades citadas respectivamente.

El promedio de los valores EFI acumulados para cada una de las fechas de trasplante, indican también una reducción sistemática entre la primera y la última fecha de trasplante. Las diferencias anteriores muestran la sensibilidad del programa Melcast para calendarizar las aplicaciones de fungicidas en el cultivo de sandía en el Estado de Campeche.

Cuadro 1. Valores EFI acumulados en sandía por fecha de trasplante, año y localidad.

localidad	ciclo 16 oct-23 ene			
	2005-2006	2006-2007	2007-2008	
Nohacal	482	504	375	1361
Cayal	444	489	391	1324
			447.5	1342.5
localidad	ciclo 16 nov-23 feb			
	2005-2006	2006-2007	2007-2008	
Nohacal	395	458	333	1186
Cayal	358	466	330	1154
			390.0	1170.0
localidad	ciclo 16 dic-25 mar			
	2005-2006	2006-2007	2007-2008	



Nohacal	307	401	296	1004
Cayal	278	413	247	938
			323.7	971.0
localidad	ciclo 16 ene-25 abr			
	2006	2007	2008	
Nohacal	257	309	292	858
Cayal	245	334	215	794
			275.3	826.0
localidad	ciclo 16 feb-26 may			
	2006	2007	2008	
Nohacal	226	217	256	699
Cayal	205	253	178	636
			222.5	667.5

**Lluvia acumulada por fecha de trasplante y localidad.** En términos generales en la EMA de la localidad de Cayal, los datos de lluvia acumulada (Cuadro 2) por fecha de trasplante son menores que los reportados por la EMA de la localidad de Nohacal, para la primera fecha de trasplante en ambas localidades dos de los tres años tienen valores por arriba de los 200 mm/ciclo de cultivo, para la segunda fecha de trasplante en la localidad de Nohacal en el ciclo 2006-2007 se reporta un valor de lluvia acumulada de 200 mm/ciclo de cultivo.

Para la tercera y cuarta fechas de trasplante en ambas localidades y en todos los años el valor de la lluvia acumulada es por debajo de los 187 mm/ciclo de cultivo. Para la última fecha de trasplante solo en el año 2008 en la localidad de Nohacal la lluvia acumulada está por arriba de los 200 mm/ciclo de cultivo. Lo anterior es muy importante ya que downy mildew, se indica como el principal problema biótico foliar en el cultivo de la sandía en esta región del estado de Campeche.

Cuadro 2. Valores de lluvia acumulada en sandía por fecha de trasplante, año y localidad.

localidad	ciclo 16 oct-23 ene			
	2005-2006	2006-2007	2007-2008	
Nohacal	197.6	215.8	152.8	566.2
Cayal	381.0	31.0	201.4	613.4
			196.6	589.8
localidad	ciclo 16 nov-23 feb			
	2005-2006	2006-2007	2007-2008	
Nohacal	50.8	217.2	114.4	382.4
Cayal	93.2	129.8	123.4	346.4
			121.5	364.4
localidad	ciclo 16 dic-25 mar			
	2005-2006	2006-2007	2007-2008	
Nohacal	37.8	186.6	167.8	392.2
Cayal	71.6	138.0	153.2	362.8
			125.8	377.5
localidad	ciclo 16 ene-25 abr			
	2006	2007	2008	
Nohacal	6.2	144.0	153.2	303.4
Cayal	48.4	129.8	160.0	338.2
			106.9	320.8
localidad	ciclo 16 feb-26 may			



	2006	2007	2008	
Nohacal	81.4	28.6	201.4	311.4
Cayal	26.0	45.0	125.6	196.6
			84.7	254

**Calculo del número de aplicaciones de fungicidas por fecha de trasplante, año y localidad.** En términos generales en ambas EMAS, el número total de aplicaciones de fungicidas para los tres años analizados es semejante (Cuadro 3). Sin embargo entre las fechas de trasplante, el número de aplicaciones de fungicidas muestra una tendencia a reducirse en cerca del 40% entre la primera (40) y la última fecha de trasplante (24), considerando los tres años de análisis. Para las dos primeras fechas de trasplante, en ambas localidades, el rango de las aplicaciones requeridas es más amplio, lo cual es ligeramente mayor en la localidad de Nohacal que en Cayal. En las dos últimas fechas de trasplante en ambas localidades el número de aplicaciones requeridas es similar.

Cuadro 3. Número de aplicaciones de fungicida en sandía por fecha de trasplante, año y localidad

ciclo 16 oct-23 ene				
localidad	2005-2006	2006-2007	2007-2008	
Nohacal	14	15	11	40
Cayal	14	14	12	40
			13.3	40
ciclo 16 nov-23 feb				
localidad	2005-2006	2006-2007	2007-2008	
Nohacal	12	14	10	36
Cayal	12	13	10	35
			11.8	35.5
ciclo 16 dic-25 mar				
localidad	2005-2006	2006-2007	2007-2008	
Nohacal	10	12	9	31
Cayal	10	12	8	30
			10.2	30.5
ciclo 16 ene-25 abr				
localidad	2006	2007	2008	
Nohacal	9	10	9	28
Cayal	9	10	8	27
			9.2	27.5
ciclo 16 feb-26 may				
localidad	2006	2007	2008	
Nohacal	8	8	8	24
Cayal	9	8	8	25
			8.2	24.5

## CONCLUSIONES

Los datos del EFI acumulado muestran una gran diferencia entre las fechas de trasplante analizadas, la tendencia es una disminución sistemática entre la primera y la última fecha de trasplante. Así mismo, la sensibilidad del modelo permite detectar diferencias entre localidades, lo cual implica la necesidad de un manejo sitio específico (agricultura de precisión)

de los aspectos bióticos de enfermedades en el cultivo de la sandía y de otros aspectos como el manejo del agua (riego), la nutrición y la diferenciación de agroecosistemas con distinto potencial de rendimiento con base en suelo y clima. En necesario el análisis de los registros históricos de la precipitación en el periodo de establecimiento, conducción y cosecha del cultivo con la finalidad de definir las fechas de trasplante de menos riesgo biótico para la producción de sandía en las zonas productoras de la entidad. Las herramientas utilizadas (EMAS, programa agrometeorológico de alerta biótica Melcast, programación del riego e información agronómica del cultivo de sandía) muestran sus bondades para incrementar la eficiencia productiva en el manejo diferenciada del cultivo de la sandía con la finalidad de alcanzar la más altas rentabilidades del cultivo en el estado de Campeche.

#### LITERATURA CITADA

- Canales Cruz, Roberto. 1988. Guía para producir sandia bajo riego por goteo. SAGAR-INIFAP.CIRSURESTE.CEEDZNA. Campeche, Campeche, México. 36p.
- Egel, Dan. 2010. Muskmelon and watermelon fungicide guide for Indiana 2010. BP-134-W. Purdue University. Purdue extension. West Lafayette, IN, USA. 2p.
- Egel, Dan. 2012. Muskmelon and watermelon fungicide guide for Indiana 2012. BP-134-W. Purdue University. Purdue extension. West Lafayette, IN, USA. 2p.
- Egel, Dan and Latin Richard. 2012. El control de las enfermedades foliares usando Melcast. BP-67-S-W. Purdue University. Purdue extension. West Lafayette, IN, USA. 4p.
- Latin Richard and Egel, Dan. 2001. Melcast. Melon disease forecaster. BP-84-W. Purdue University. Purdue extension. West Lafayette, IN, USA. 8p.
- Maldonado I., Isaac y Aravena S., René. 2006. Redes de estaciones meteorológicas automáticas y sus aplicaciones productivas. Boletín INIA # 145. Ministerio de agricultura. Instituto de investigaciones agropecuarias. Centro regional de investigación Quilamapu. Chillan, Chile. 378p.
- Soto Rocha, J. M. y Báez González, A. D. 2011. Red estatal de estaciones agroclimatológicas del estado de Campeche, México. Colegio de Postgraduados Campus Campeche y Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Memoria del XXXVI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, SMCS. 21 al 25 de Noviembre de 2011, San Francisco de Campeche, Campeche, México. Pág. 881-885.
- Soto Rocha, J. M.; Egel, Dan; Canales Cruz, R. y Orona Castro, F. 2013. Evaluación de Melcast en sandía y melón en el estado de Campeche. Memoria del II Simposio internacional en producción agroalimentaria tropical y XXV Reunión científica-tecnológica forestal y agropecuaria Tabasco 2013, 5 y 6 de septiembre, Villahermosa, Tabasco, México. Pág. 106-115.
- USAID-RED.2007. Manual para la producción de sandía. Programa de diversificación económica rural. La Lima, Cortez, honduras. 42p.



## COMPORTAMIENTO DEL FÓSFORO EN SUELOS MECANIZABLES DEDICADOS A MAÍZ EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO, MÉXICO.

<sup>1</sup>Ramírez Silva J.H.\*, <sup>1</sup>Cano González A., <sup>1</sup>Aguilar Duarte Y., <sup>1</sup>Ramírez Jaramillo G., <sup>1</sup>Loeza Deloya V.M.

<sup>1</sup>Investigadores del Centro de Investigación Regional Sureste (CIRSE) del INIFAP. Centro de Cooperación para el Desarrollo de los Trópicos (CECODET). Calle 6 Núm. 398 x 13, Avenida Correa Rachó. Col. Díaz Ordaz, C.P. 97130. Mérida Yucatán, México. ramirez.jorge@inifap.gob.mx

T-72

### RESUMEN

Los suelos de la Península de Yucatán se caracterizan por sus propiedades visualmente heterogéneas, principalmente cuando nos referimos al color, el cual depende de la ubicación en el paisaje edafológico de la región. La heterogeneidad se complica aún más cuando, además de las diferencias de color, se consideran los cambios químicos del suelo cuando se someten a prácticas de manejo antropogénicos; esto, aunado a las condiciones pedogenéticas propias y contrastantes del material madre que le dan origen. En este estudio se confirma la heterogeneidad química de los suelos mecanizables de la Península de Yucatán con énfasis a los contenidos del fósforo (P) asimilable en lotes comerciales de maíz ubicados en 4 diferentes tipos de suelo de 10 localidades. El contenido promedio de P asimilable varió de un mínimo de 0.74 mg kg<sup>-1</sup> en un suelo *Luvisol crómico* de la localidad de Chunhuhub hasta un máximo de 4.44 mg kg<sup>-1</sup> en un *Vertisol* de Nicolás Bravo. El promedio de todas las localidades fue de 2.13 mg kg<sup>-1</sup> de P, considerado como un contenido muy bajo al compararlo con el nivel crítico para maíz de 17 mg kg<sup>-1</sup>. Los bajos contenidos de P en el suelo se relacionaron muy bien con los niveles, también bajos, del P en hojas donde los contenidos variaron de 0.13 % a 0.20 % siendo 0.25 % el nivel de referencia para este cultivo. Los Coeficientes de Variación (CV) del P asimilable por sitio específico, calculados para cada localidad y tipo de suelo, considerando los 9 puntos de muestreo de cada área compacta, demuestran una amplia variabilidad. El CV más bajo se observa en Álvaro Obregón con 36.80 % y un máximo de 120 % en Bacalar; ambos en suelo *Luvisol crómico*. Los resultados permiten elucidar la necesidad de diseñar un manejo racional de fertilizantes fosfóricos basado en la heterogeneidad de los suelos de la Península de Yucatán.

### INTRODUCCIÓN

Los suelos de la Península de Yucatán se han caracterizado por sus propiedades visualmente heterogéneas, principalmente en lo referente al color, el cual depende de la ubicación en el paisaje edafológico de la región. Los microrelieves son tan comunes que resulta muy complicado hacer recomendaciones técnicas precisas para el manejo agronómico de diferentes cultivos, principalmente para el maíz un cultivo básico de la región.

El estudio de la heterogeneidad se complica aún más cuando además de las diferencias de color se consideran los cambios químicos que sufre el suelo cuando se someten a prácticas de manejo antropogénicos como es el caso de desmontes y quemas así como las diferencias pedogenéticas propias y contrastantes del subsuelo o material madre que dieron origen al suelo.

El grado de heterogeneidad influye en la variabilidad de la producción de los cultivos en cada lote dependiendo de la diversidad de factores relacionadas con las propiedades del suelo y las prácticas agronómicas tal como lo han consignado diversos autores (Godwin y Miller, 2003).



Por otra parte también se han estudiado la influencia de la variabilidad espacial de diferentes propiedades edáficas con el rendimiento de cultivos tal como lo realizado por Muñoz *et al.*, (2006) en el cultivo de la papa en Colombia. Donde incluso determina los Coeficientes de Variación (CV) de cada propiedad edafológica.

El fósforo es considerado como uno de los elementos más limitantes en los suelos de origen calcáreo de la PY debido a que aun cuando contienen altos contenidos de fósforo total (García *et al.*, 2005), la fracción asimilable es baja (SARH, 1999) para un cultivo como el maíz que representa el alimento básico de una población en constante crecimiento.

El estado de Quintana Roo en la PY no es la excepción y por ello los programas federales están considerando como estratégico los estudios de suelos para evaluar la fertilidad de áreas mecanizables con buen potencial de producción con el fin de diseñar planes para el uso y manejo racional de fertilizantes.

### **Objetivos**

#### **Generales**

Contribuir al conocimiento de la variabilidad química de los suelos de la Península de Yucatán.

#### **Específicos**

Estudiar el comportamiento y grado de variabilidad del fósforo asimilable en suelos arables dedicados al maíz en el estado de Quintana Roo.

### **MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **Localidades de Muestreo**

Para este estudio se consideraron 10 localidades de muestreo (Cuadro 1) ubicadas en suelos mecanizables del estado de Quintana Roo principalmente *Luvisoles rodicos (kankab)*, *Luvisoles crómicos (yaax-hom)* y *vertisoles (akalche)* mismos que fueron cultivados con maíz durante el ciclo primavera-verano 2013/2013 en unidades compactas de producción de 10 hectáreas. Las localidades se ubicaron en los municipios de Othón P. Blanco, Bacalar, José María Morelos y Felipe Carrillo Puerto; los dos primeros municipios se sitúan en el sur de la entidad y los otros en el centro del estado.

Durante el muestreo se clasificó al suelo de acuerdo a la experiencia edafológica de la región considerando 9 puntos de muestreo por cada parcela a la profundidad determinada por el primer horizonte.

Las muestras se tomaron con pala cuadrada colectando 2 kg de suelo por cada horizonte. La ubicación de cada punto de muestreo fue estandarizado para todas las parcelas tomando en cuenta un primer punto georreferenciado y ubicando a partir de ese primer punto a los otros 8 a partir de distancias y rumbos preestablecidos.

Las muestras se trasladaron al laboratorio de suelos del Campo Experimental Edzna del estado de Campeche donde se analizó el contenido de fósforo asimilable por Método Olsen.

Cuadro 1. Localidades muestreadas en cuatro municipios del estado de Quintana Roo, México

Localidad	Municipio	Latitud	Longitud	Suelo
Álvaro Obregón	Othón P. Blanco	18.31432	-88.63815	Luvisol crómico (Lcr)
Nicolás Bravo	Othón P. Blanco	18.47309	-88.91825	Vertisol (V)
San Román	Othón P. Blanco	18.75842	-88.80114	Vertisol (V)
Morocoy	Othón P. Blanco	18.55356	-88.82259	Vertisol (V)
Nuevo Tabasco	Bacalar	19.08098	-89.01804	Luvisol rodico (Lr)
El Cedralito	Bacalar	18.95002	-88.74632	Rendzina (E)
Bacalar	Bacalar	18.75593	-88.47523	Luvisol crómico (Lcr)
Chunhuhub	Felipe Carrillo Puerto	19.51489	-88.59896	Luvisol crómico (Lcr)
Emiliano Zapata	Felipe Carrillo Puerto	19.20662	-88.55007	Vertisol (V)
Puerto Arturo	José María Morelos	19.65575	-89.08784	Luvisol rodico (Lr)

#### Toma de muestras foliares

Con el objeto de tener una idea de la nutrición del cultivo de maíz se tomaron para algunos sitios: Puerto Arturo (Lr), Álvaro Obregón (Lcr), Nicolás Bravo (V) y Emiliano Zapata (V) una muestra genérica foliar considerando la etapa fenológica del cultivo; de tal forma que para aquellas parcelas donde el maíz estaba en etapa reproductiva se tomaba la hoja opuesta a la mazorca en formación y para las parcelas donde el cultivo estaba en etapa vegetativa se tomó como muestra a la hoja completamente ligulada más reciente.

Se tomaron 30 hojas por parcela considerando a las plantas ubicadas en cada punto donde se muestreo el suelo. Las muestras fueron secadas en estufa a 65 °C durante 36 horas para después molerlas y analizar el contenido de fósforo foliar.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis químico del suelo

Se consigna en el Cuadro 2 el contenido promedio de P asimilable, proveniente del primer horizonte, encontrados en cada localidad muestreada. La información indica que el pH varía de 6.6 en un suelo Lcr ubicado en Chunhuhub hasta 8.16 de un V de la localidad de Emiliano Zapata. Para todos los suelos, independientemente del pH encontrado, el P asimilable es muy bajo con resultados que fluctúan desde un mínimo de 0.74 mg kg<sup>-1</sup> hasta un máximo de 4.4 mg kg<sup>-1</sup>. Si consideramos el límite crítico mínimo para el cultivo de maíz de 17 mg kg<sup>-1</sup> podemos inferir que los suelos son deficitarios en más del 70 %. El rango de suficiencia para el cultivo de maíz, considerado por algunos autores como Ramírez *et al.*, (1988) es de 17-25 mg kg<sup>-1</sup> clasificados como contenidos altos.

Cuadro 2. Contenido de P asimilable (mg kg<sup>-1</sup>) en suelos mecanizables, dedicados a maíz, en el estado de Quintana Roo México. Ciclo P-V 2013/2013.

Localidad	Suelo	Arcilla (%)	pH (agua 1:1)	P asimilable (mg kg <sup>-1</sup> )
Cedralito	Rendzina	61.88	7.67	0.83
Puerto Arturo	Luvisol rodico	60.90	6.90	2.50
Nuevo Tabasco	Luvisol rodico	56.90	6.58	1.38
Chunhuhub	Luvisol crómico	56.90	6.62	0.74
Álvaro Obregón	Luvisol crómico	68.76	6.75	2.39
Bacalar	Luvisol crómico	69.00	7.28	2.8
Nicolás Bravo	Vertisol	79.06	7.03	4.44
Emiliano Zapata	Vertisol	84.64	7.93	2.09
Morocoy	Vertisol	7.60	62.00	2.00
San Román	Vertisol	7.37	68.70	2.13

### Análisis foliar





De las cuatro localidades seleccionadas para el análisis de P foliar, únicamente Álvaro Obregón (Lcr) estuvo en el nivel mínimo aceptable (0.2%) del rango de suficiencia recomendado para maíz entre 0.20 % y 0.40 % (Jones et al., 1973) tal como se muestra en el Cuadro 3. Todas las muestras de maíz mostraron deficiencias al estar abajo del nivel de referencia; por lo que se infiere que existe la necesidad de diseñar un programa de fertilización basado en fósforo.

Los contenidos de P en el follaje variaron desde un nivel mínimo de 0.13% en la localidad de Puerto Arturo en un suelo LVrd a un máximo de 0.2 % en Álvaro Obregón en un suelo LVcr con un promedio de todos los sitios de 0.17 %.

Cuadro 3. Contenido de fósforo en follaje de maíz en cuatro localidades del estado de Quintana Roo, México. Ciclo P-V 2013/2013.

Localidad	Suelo	p (%)
Puerto Arturo	Lr	0.13
Álvaro Obregón	Lcr	0.20
Nicolás Bravo	V	0.17
Emiliano Zapata	V	0.19

#### Heterogeneidad del suelo por sitio específico.

En el cuadro 4 se observan los Coeficientes de Variación (CV), calculados para cada localidad, considerando los contenidos de P asimilable de los 9 puntos de muestreo de cada área compacta. Los resultados muestran CV mínimos de 36.8 % en Álvaro Obregón y máximos de 120 % en Bacalar. Prácticamente todos los coeficientes son altos si consideramos los criterios reportados por Muñoz *et al.*, (2006) al consignar que un CV menor de 10% es bajo, de 20-40 % es medio y arriba del 40 % es alto.

Cuadro 4. Coeficientes de Variación (CV) para 10 sitios específicos dedicados a maíz del estado de Quintana Roo, México.

Localidad	Promedio	Desviación estándar	CV (%)
Cedralito	0.83	0.36	43.37
Puerto Arturo	2.5	2.33	93.20
Nuevo Tabasco	1.38	0.62	44.90
Chunhub	0.74	0.43	58.10
Álvaro Obregón	2.39	0.88	36.80
Bacalar	2.85	3.44	120.00
Nicolás Bravo	4.4	5.2	118.18
Emiliano Zapata	2.09	1.12	53.50
Morocoy	2.00	1.69	84.50
San Román	2.13	1.25	58.60

En las figuras 1 y 2 se muestran los resultados del contenido P ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) del suelo en 2 áreas compactas (Bacalar y Moroco) de maíz. Se observan las variaciones entre puntos de muestreo y las diferencias son contrastantes.

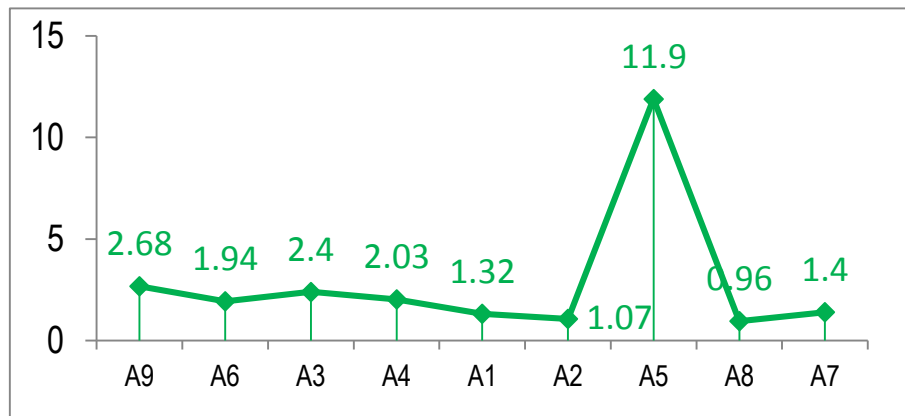


Figura 1. Variación del contenido de P asimilable ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) en un área compacta de maíz ubicada en un suelo Luvisol crómico de Bacalar Quintana Roo México. Ciclo P-V 2013/2013.

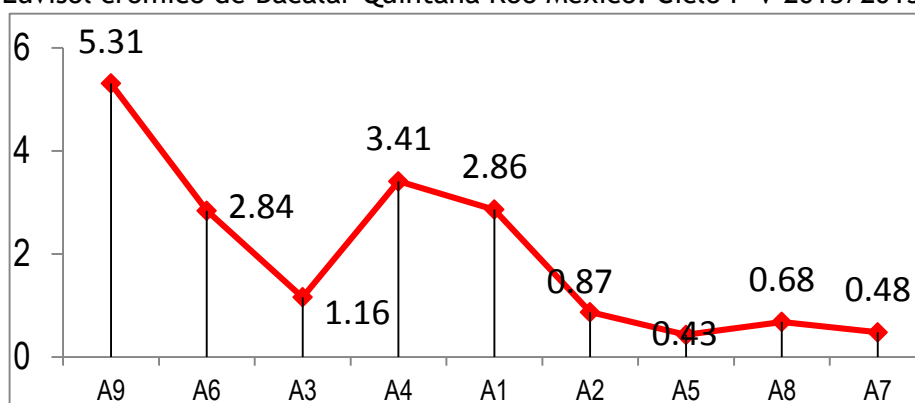


Figura 2. Variación del contenido de P asimilable ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) en un área compacta de maíz ubicada en un suelo Vertisol de Morcoy Quintana Roo, México. Ciclo P-V 2013/2013.

## CONCLUSIONES

Los suelos maacanizables muestreados en el estado de Quintana Roo tienen contenidos muy bajos de P asimilable muy por abajo de los rangos de suficiencia para el cultivo de maíz. La heterogeneidad está basada en los altos Coeficientes de Variación encontrados por lo que es importante diseñar nuevos planes para la aplicación racional de fertilizantes en áreas compactas de maíz.

## LITERATURA CITADA

- García J., Mizrahi A. y Bautista F. 2005. Manejo Campesino de la Selva Baja y Selección de Especies Árboreas para Barbechos Mejorados en Hocabá Yucatán. En: Bautista, F. y G. Palacio (Eds). Caracterización y Manejo de los Suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología. 282 p.
- Godwin R., Miller C. 2003. Review of the technologies for mapping within-field variability. Biosystems Engineering, Amsterdam. Vol.84, n 44444, p.393-407.
- Jones J.B. y Eck H.V. 1973. Plant Analysis as an Aid in Fertilizing Corn and Grain Sorghum. In: Walsh L.M. and Beaton J.D. 1973. Soil Testing and Plant Analysis. Soil Science Society of America, Inc. Madison Wisconsin USA.



- Muñoz J.D., Martínez L.J. y Giraldo R. 2006. Variabilidad espacial de propiedades edáficas y su relación con el rendimiento en un cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Agronomía Colombiana* Vol. 24. N° 2. 366 pp.
- Ramírez R., Beg. , Colmenares O., Meléndez E., Marbal P., Blanco F., Guzmán E., Hernández C. y Chirínos A. 1988. Relación entre la respuesta del maíz a la aplicación del fósforo al P asimilable del suelo. *Agronomía Tropical*, 38 (1-3): 5-20.
- SARH 1988. Primera Reunión Científica Forestal y Agropecuaria. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Yucatán. 17-19 de Octubre 1988.



## EVALUACIÓN DEL ERGOT (*Claviceps africana*) EN GENOTIPOS COMERCIALES DE SORGO DULCE EN VERACRUZ

Jorge Gustavo Rodríguez Escobar<sup>1\*</sup>, Sergio Uribe Gómez

<sup>1</sup>INIFAP, Campo Experimental Cotaxtla (INIFAP), Medellín de Bravo, Veracruz  
Contacto: \*rodriguez.gustavo@inifap.gob.mx

T-81

### RESUMEN

En Veracruz se evaluó la respuesta de genotipos para obtención de bioetanol, En Veracruz se siembra el sorgo en dos superficies, al norte y en la Cuenca del Papaloapan. Uno de los principales problemas que afectan la panícula en sorgos comerciales es el ergot, causado por el hongo *Claviceps africana*. Se asocia a agobio causado por frío en prefloración. Con el interés de mejorar la tecnología que permita la producción de sorgo dulce se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de evaluar la incidencia de *Claviceps africana* en sorgo dulce en genotipos comerciales. En el Campo Experimental Cotaxtla se establecieron cuatro genotipos comerciales en un diseño bloques al azar y se evaluó la incidencia del ergot en etapa de floración, y llenado de grano, en dos fechas de correspondientes a invierno y primavera (enero y abril). Se analizaron como bloques al azar con el programa SAS 9.2. El análisis de varianza para los datos de incidencia transformados, presentó diferencias altamente significativas para los genotipos. En la comparación de medias con mayor incidencia de *Sphacelia sorghi* fue Rayo Verde. Esta investigación registró la mayor incidencia de ergot en enero (72.5 %) y se redujo en las panículas de abril (35.8 %).

**Palabras clave:** incidencia. *Claviceps africana*, gotas melosas.

### INTRODUCCIÓN

Existen sorgos de grano, forrajero, dulce y de alta biomasa, el sorgo dulce se usa para la producción de azúcar, jarabes y bioetanol en México (Chuck-Hernández et al., 2011). La superficie sembrada de sorgo en México es de 1,937,008 ha, los principales estados que lo siembran son Tamaulipas, Guanajuato y Sinaloa con 944,101; 266,138 y 197,353 ha. Veracruz ocupa el décimo tercer lugar en superficie sembrada con 16,133 ha; la mayor superficie se siembra en el norte del estado en los municipios de Panuco y Jesús Carranza con 10,861 y 1,850 ha respectivamente, la otra superficie en la Cuenca del Papaloapan: Jaltipan, Cosamaloapan y San Juan Evangelista con 650, 350 y 300 ha (SIAP, 2012).

Uno de los problemas del sorgo es el ergot, se presenta en la panícula, ésta enfermedad es causada por el hongo *Claviceps africana* Frederickson, Mantle and De Milliano, con estado anamorfo o conidias de *Sphacelia surgii* McRae. Afecta principalmente la producción de semilla F1, con especial predilección por las líneas androestériles si la fertilización se retrasa por algún motivo que afecte la viabilidad del polen; lo citado se debe a que el hongo infecta los ovarios no fertilizados. El síntoma típico de la enfermedad es la producción de gotitas de miel de las flores infectadas de la panícula, estas gotitas contienen numerosas esporas del hongo (conidias), su abundancia propicia que se derramen sobre el follaje y el suelo tornándose en manchas blancas y polvorosas sobre las hojas (Frederickson et al., 1989; Velásquez-Valle et al., 2001). El primer registro del ergot en México procede de campos de sorgo de Tamaulipas, San Luis Potosí y Veracruz, en la primera semana de febrero de 1997. Afectó principalmente líneas androestériles (A) y restauradores (R) (Torres-Montalvo y Montes-García, 1997).

En Guanajuato, Michoacán y Jalisco, cuando se siembra en septiembre y el temporal es tardío se retrasa el problema del ergot sobre el sorgo, pero si predominan bajas temperaturas en la

mañana, alta humedad relativa y precipitación (750 mm) se considera que se puede incrementar la incidencia de éste hongo, la floración retrasada también favorece al hongo. Se registra desde noviembre a febrero en floración en sorgo. Las fechas múltiples de siembra producen floración durante un más amplio periodo y la carencia de polen viable favorece la infección por el hongo. La supervivencia del hongo en hospederos como el Zacate Johnson lo favorece. En Celaya, Gto., las bajas temperaturas, presentes a través del año pueden causar esterilidad del polen y favorecer la infección del ergot. Para su control se han sugerido tres aplicaciones de fungicidas triazólicos, desde el estado de embuche hasta el final de la floración (Montes-García *et al.*, 2008; Velásquez-Valle *et al.*, 2001). En Veracruz se evaluó la respuesta de fecha de siembra de 21 genotipos para obtención de etanol, se sembraron en septiembre y octubre, los grados brix para materiales sembrados en octubre como Huasteco, Norteño y RB Cañero dan lecturas de 12.4, 10.9 y 7.2 ° brix respectivamente; sin embargo no registran la presencia de ergot (Uribe *et al.*, 2013).

Para combatir parásitos en granos de sorgo se evaluaron fungicidas sistémicos triazoles, de cuatro fungicidas destaca el benolato, la mejor dosis es de 125 ppm y el mejor momento de aplicación es en antesis, evalúan la presencia de ocho hongos, de este modo logran obtener hasta 45 % de semilla sana; pero no registran la presencia en medio de cultivo de *Sphacelia sorghi* (Montes-García *et al.*, 2010)

### Objetivo

Evaluar la incidencia de *Claviceps africana* en sorgo dulce en genotipos comerciales de sorgo.

### MATERIALES Y METODOS.

La Investigación se realizó en el Campo Experimental Cotaxtla del INIFAP, ubicado en latitud 18° 50' norte y longitud 96° 10' oeste, en media hectárea del lote C-4.

El experimento I se sembró en la primera semana de octubre del 2013. Se evaluó el experimento I por primera vez en etapa de fructificación el 09 y 10 de enero del 2014 (estado lechoso), en la segunda ocasión fue el 22 de abril del mismo año. Se estableció el experimento bajo condiciones de riego.

Se establecieron cuatro genotipos de sorgo dulce (cuadro 1), Cada uno de los 4 genotipos se colocó en cuatro repeticiones, Se sembraron cuatro hileras de 20 m de largo, a una distancia de 0.15 m entre plantas y de 0.80 m entre hileras. En cada repetición se dispuso de los cuatro genotipos distribuidos aleatoriamente en cada una. Las actividades de manejo del cultivo fueron las mismas para todos los tratamientos.

Debido a que el ergot del sorgo (*Claviceps africana*) es evidente en el momento de llenado de grano, al sustituir al polen, se diagnosticó primero su presencia en la mayoría de los genotipos y posteriormente se procedió a evaluar la incidencia.

De cada genotipo, en cada repetición, se evaluaron 40 panículas de los dos surcos centrales, se identificó la ausencia o presencia de signos del ergot: gotas melosas y/o estructuras carbonosas. Se tomaron muestras representativas para diagnóstico al microscopio compuesto a 40x. Se usaron dos contadores manuales, en uno se contabilizaron las 40 panículas y en otro solo las panículas que presentaron síntomas de ergot. Posteriormente los datos de incidencia se transformaron para obtener el porcentaje. Para apreciar la visualización correcta de los síntomas solo se evaluó hasta antes de las 12 del día.

Para el análisis de los datos se usó un diseño estadístico de bloques al azar, con 4 genotipos y cuatro repeticiones en dos fechas de evaluación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

A partir de noviembre se evaluó semanalmente y los primeros síntomas se registraron el 12 de diciembre del 2014, sin embargo se evaluó en tres ocasiones, con un intervalo de 15 días entre una y otra, cuando todos los genotipos estaban floreciendo para poder compararlos en fechas iguales y tener un dato del mayor daño.

Los datos obtenidos de las evaluaciones de incidencia de las panículas afectadas al momento del muestreo (cuadro 1), para realizar el análisis de varianza se modificaron; como la incidencia fluctúa de 0 a 100 %, se transformaron por la raíz cuadrada de la incidencia en porcentaje (n) más uno:  $\sqrt{(n + 1)}$ . Se analizaron como bloques al azar con el programa SAS 9.2. La variable dependiente fue la incidencia en porcentaje.

Cuadro 1. Variedades de sorgo dulce en las que se evaluó la incidencia de Ergot, sembrados en el Campo Experimental Cotaxtla. Experimento I

Genotipos de sorgo	Incidencia expresada en porcentaje	
	10 Enero 2014	22 Abril 2014
R. B. Cañero	0	0.4
Rayo Verde	72.5	35.8
Silo Dulce	0	0.4
Amo del ensilaje	0	2.05

El análisis de varianza (ANVA) para los datos de incidencia transformados, presentó diferencias altamente significativas para los genotipos, con un coeficiente de variación (C.V.) de 36.96 (Cuadro 2). En la comparación de medias se observa la diferencia entre genotipos), el genotipo que presentó el menor número de panículas afectadas al momento de la evaluación fue el R B Cañero y Silo Dulce, al igual que Amo del Ensilaje, de acuerdo a la comparación de medias por Tukey. El genotipo que presentó mayor incidencia de *Sphacelia sorghi* fue Rayo Verde (cuadro 3).

Cuadro 2 Análisis de varianza para variedades de sorgo dulce en las que se evaluó la incidencia de *Claviceps africana*. Campo Experimental Cotaxtla. Experimento I

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Genotipo	3	221.70	73.90	75.96	< 0.0001 **
Bloque	3	0.76	0.25		
Error	25	24.32	0.97		
Total	31	246.79			
CV (%)		36.96			

FV= Fuente de variación; GL= Grados de libertad; SC = Suma de Cuadrados; CM = Cuadrados Medios; F = F calculada  
C.V. (%)= Coeficiente de variación; \*, \*\*, ns: significativo (Tukey,  $p \leq 0.05$ , 0.01).

Cuadro 3. Comparación de medias de la incidencia de Ergot sobre las variedades de sorgo dulce. Campo Experimental Cotaxtla. Experimento I

Trat	Genotipo	Iergot
2	Rayo Verde	54.15a
4	Amo del	
1	Ensilaje	1.02b
3	R.B. Cañero	0.20b
	Silo Dulce	0.20b
	Promedio	13.89

TRAT = Tratamiento; IERGOT = Incidencia de Ergot; Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes.

No obstante que Torres-Montalvo y Montes-García (1997), citan como primer registro de la enfermedad en sorgo a febrero de 1997 para Veracruz, diecisiete años después, esta enfermedad aún está presente y afectó a los cuatro genotipos con diferentes porcentajes de incidencia; el genotipo con mayor incidencia fue Rayo Verde (72.5 y 35.8%, cuadro 1); lo anterior está de acuerdo con lo citado por Montes-García *et al.* (2008), al respecto de que no existen materiales resistentes a este patógenos solo buscar alternativas de escape.

Para la producción de bioetanol interesa el tallo, sin embargo la presencia del ergot en la panícula distrae fotosintatos para su reproducción y daña la producción de semilla para sembrar en el siguiente ciclo, lo citado aunado a la escasa obtención de semilla sana de sorgo que con la aplicación de triazoles llega hasta 45% (Montes-García *et al.*, 2010); plantea un serio problema debido a que esporas de *Claviceps* pudieran trasladarse en semilla infectada e iniciar la enfermedad en la siguiente siembra.

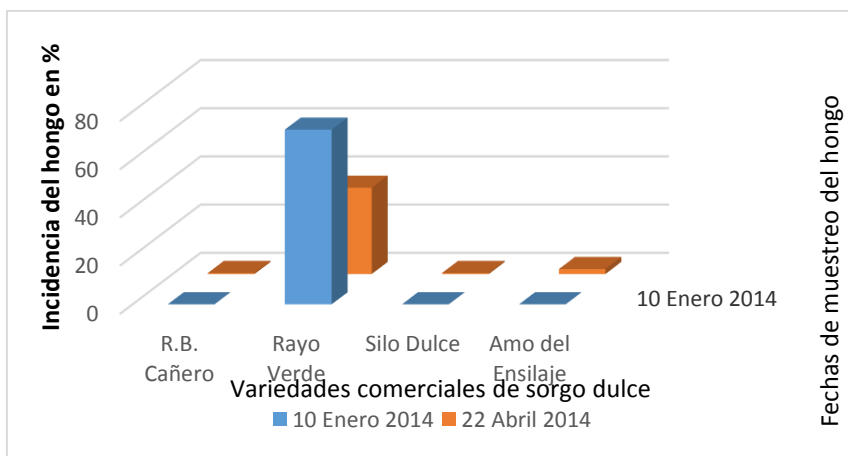


Figura 1. Variedades comerciales de sorgo dulce en las que se evaluó la incidencia de Ergot, en dos fechas diferentes, sembrados en el Campo Experimental Cotaxtla.

En Veracruz el sorgo es una *adecuada* alternativa para producir bioetanol y las fechas evaluadas por Uribe *et al.* (2013) así lo demuestran, no obstante lo anterior esta investigación registró la mayor incidencia de ergot en enero (72.5%) y se redujo en las panículas de abril (35.8%), esto indica que la enfermedad se asocia a periodos de frío que afectan la polinización y favorecen la infección de la flor por el ergot, como lo han expresado Velázquez-Valle *et al.* (2001) y si se siembra más tarde la incidencia de *C. africana* se reduce como se observa en la figura 1. Lo expresado, sugiere que se debe de sembrar en fechas que no coincida su floración con el periodo de fríos de diciembre a febrero, lo cual se relaciona a lo indicado por Montes-García *et al.* (2008), de este modo se integra un componente a la tecnología para producción. Respecto a la predilección de *Sphacelia surgi* por genotipos con mayor o menor contenido de azúcares, este



hongo afectó a RB Cañero el cual presentó 13.6° para siembras de septiembre y 7.2° para siembras de octubre (Uribe *et al.*, 2013) demostrando su preferencia por el cultivo más que por la cantidad de grados brix.

### CONCLUSIÓN

Después de diecisiete años el ergot: *C. africana*, está presente en sorgo dulce en Veracruz. Registró su mayor incidencia en enero (72.5%) y se redujo en abril (35.8%). El genotipo con mayor incidencia fue Rayo Verde.

### LITERATURA CITADA.

- Chuck-Hernández, C.; Pérez-Carrillo, E.; Heredia-Olea, E. y Serna-Saldivar, S. O. 2011. Sorgo un cultivo multifacético para la producción de bioetanol en México: tecnologías, avances y áreas de oportunidad. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*.10 (3):529-549
- Frederickson, D. E., Mantle, P. G. y De Milliano, W. A. J. 1989. Secondary conidiation of *Sphacelia sorghi* on sorghum, a novel factor in the epidemiology of ergot disease. *Mycological Research* 93: 497-502
- Montes-García, N.; Williams-Alanís, H.; Prom, L. K.; Isakeit, T.; Odvodi, G.; Narro-Sánchez, J. y Ronney, W. L. 2008. Disease severity and susceptibility of Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) to infection by *Claviceps africana* Frederickson, Mantle and de Milliano in Mexico and United States of America. *Revista Mexicana de Fitopatología* 26: 121-126
- Montes-García, N.; Prom, L. K.; Montes-Rodríguez, N.; García-Gracia, M. A.; Pecina-Quintero, V. y Díaz-Franco, A. 2010. Efecto de fungicidas sistémicos en el control de la microbiota parasítica del grano de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Revista Mexicana de Fitopatología* 28(2): 156-158
- SIAP. 2012. Estadísticas de sorgo. Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) <http://siap.gob.mx/> Consultado el 07 de mayo de 2014.
- Torres-Montalvo, J. H. y Montes-García, N. 1997. Sorghum ergot in México. In: *Proceedings Global Conference on ergot of sorghum*. June 1-8, EMBRAPA. Sete Lagoas, Brazil. Pp. 101-108
- Uribe G., S.; Montes G., N. y Rebolledo G. R. L. 2013. Exploración de respuesta de la fecha de siembra en la producción de sorgo dulce como materia prima para la obtención de bioetanol en Veracruz. *II Simposio Internacional en Producción Agroalimentaria Tropical y XXV Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Tabasco 2013*. Pp. 133-141
- Velásquez-Valle, R., Narro S. J. y Torres M. H. 2001. Diseminación inicial del cornezuelo (*Claviceps africana*) de sorgo en México. *Rev. Mexicana de Fitopatología* 19(1): 100-103





## EVALUACION DE DENSIDADES POBLACIONALES DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) CULTIVADO EN CASA SOMBRA.

<sup>1</sup>Avilés B., W. I.\*, Campos M., M. A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INIFAP. CIRSE. Campo Experimental Mocochoá. Km 25, antigua carretera Mérida-Motul, Mocochoá, Yucatán.

<sup>2</sup>Phytogrow SCP. Chicxulub Pueblo, Yucatán

T-88

### RESUMEN

Durante el ciclo otoño invierno de 2013 se estableció un experimento para estudiar el efecto de diferentes densidades poblacionales de chile habanero cultivado en casa-sombra sobre diferentes parámetros de desarrollo y rendimiento total y de primera clase.

Se evaluaron densidades de 2.5, 2.0, 1.7, 1.3, 1.0 y 0.8 plantas m<sup>2</sup> de chile habanero cultivado en casa sombra. No se encontraron diferencias significativas en la altura, diámetro de tallo, fenología, rendimiento total y de primera clase, hasta el décimo primer corte. Únicamente se detectaron diferencias significativas en el número de frutos amarrados por metro cuadrado antes del inicio de los cortes.

**Palabras clave:** Chile habanero, Densidad poblacional, Casa sombra.

### INTRODUCCION

De acuerdo con el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), durante el período comprendido entre 2001 y 2012, el chile habanero se ha cultivado en México en un promedio de 740 hectáreas en 12 estados: Yucatán, Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Chiapas, Veracruz, Tamaulipas, Colima, Nayarit, Michoacán, San Luis Potosí y Jalisco.

En este período la superficie cultivada del estado de Yucatán representó el 55.5% de la superficie nacional, Tabasco tuvo el 30%, Campeche el 7% y Quintana Roo el 5%. La superficie de estos cuatro estados representó el 97.5% de la superficie en nuestro país.

La tecnología de producción es muy diversa y se encuentran disponibles manuales que describen el proceso productivo tanto en el Caribe (Sinha and Petersen, 2011; Adams et al., 2011) como en México (Avilés et al., 2010; Prado, 2006; Santoyo y Martínez, sf). En estos documentos, una de las variantes tecnológicas que más afectan la productividad del cultivo es la densidad poblacional, la cual es muy variable dependiendo de las condiciones de cada región.

De acuerdo con ello, diversos autores refieren densidades que van de 8,400 a 20,000 plantas/ha en el estado de Tabasco (Prado, 2006) y de 20,800 a 22,200 (Tun, 2001), hasta 26,600 y 33,300 (Avilés et al., 2010) para suelos pedregosos en el estado de Yucatán; en todos los casos, a campo abierto. En el caso de casas sombra con el cultivo en suelo y acolchado plástico, Santoyo y Martínez (s. f.) y Santoyo (s. f.) mencionan el uso de 31,250 plantas/ha en doble hilera, mientras que Avilés et al., (2010) refiere densidades de 18,500 a 22,200 plantas/ha (1.8 a 2.2 plantas/m<sup>2</sup>).

Esta diversidad en las recomendaciones y el conocimiento de la importancia que representa contar con un adecuado número de plantas en la superficie cultivada para incrementar la productividad, fueron las bases para el desarrollo del presente estudio.

### Objetivo

Evaluar el efecto de diferentes densidades poblacionales sobre la productividad y calidad de frutos de chile habanero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las instalaciones de la empresa Invernaderos San Arturo, ubicadas en el rancho Santa Clara del municipio de Chicxulub Pueblo, Yucatán en una casa sombra de 1,200 m<sup>2</sup>, cubierta con malla blanca con densidad de 52 x 25 hilos/pulg<sup>2</sup>. El trasplante se llevó a cabo el día 2 de octubre de 2013 en un suelo pedregoso clasificado como Tzek'el de acuerdo con la clasificación maya o Leptosol lítico de acuerdo con la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRBSR) (Bautista y Zinck, 2010). La localidad se encuentra en la Región II. Noroeste, teniendo como cabecera a la ciudad de Mérida. El municipio de Chicxulub Pueblo se encuentra entre los paralelos 21° 08" y 21° 13" de latitud norte y 89° 30" y 89° 35", longitud oeste.

Se evaluaron seis densidades poblacionales: 2.5, 2.0, 1.7, 1.3, 1.0 y 0.8 plantas/m<sup>2</sup>, las cuales se establecieron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Cada tratamiento se estableció en parcelas con tres líneas de 5 m de largo, separadas a 2.0 m. La descripción de los tratamientos se encuentra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos de la evaluación de densidades poblacionales.

N° t	DENSIDAD				
	LINEAS/HA (A 2 m)	DIST/PL (m)	PL/LINEA DE 100 m	(PL/HA)	PL/M2
1	50.0	0.2	500.0	25,000.0	2.5
2	50.0	0.25	400.0	20,000.0	2.0
3	50.0	0.3	333.3	16,666.7	1.7
4	50.0	0.4	250.0	12,500.0	1.3
5	50.0	0.5	200.0	10,000.0	1.0
6	50.0	0.6	166.7	8,333.3	0.8

Registraron las siguientes variables: Altura de la planta (cm), Diámetro de tallo (mm), Fenología, N° de Frutos amarrados, Rendimiento (Ton/ha) y calidad (% de frutos de 1<sup>a</sup> e industrial). Los datos se analizaron mediante análisis de varianza y pruebas de separación de medias por el método de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Altura de Planta.** El análisis de varianza no detectó diferencias significativas en las dos evaluaciones realizadas a los 15 y 47 días después del trasplante (ddt). En la primera evaluación la altura se ubicó entre 22.27 y 23.83 cm y en la segunda, entre 50.13 y 57.21 (Cuadro 2).

Cuadro 2. Altura de planta por densidad (cm).

Densidad (Pl/m <sup>2</sup> )	15 ddt	47 ddt
2.5	23.66	59.11
2.0	23.83	57.21
1.7	22.59	55.21
1.3	24.58	53.21
1.0	22.27	50.13
0.8	23.79	53.42
Diferencias no significativas		



**Diámetro de tallo.** En esta variable tampoco se detectaron diferencias significativas a los 15 y 47 ddt. Los valores registrados fluctuaron de 2.92 a 3.25 mm en la primera evaluación y entre 6.76 y 7.39 mm en la segunda (Cuadro 3).

Cuadro 3. Diámetro de tallo por densidad a 10 cm del suelo (mm).

Densidad (Pl/m <sup>2</sup> )	15 ddt	47 ddt
2.5	3.25	6.76
2.0	3.18	7.03
1.7	3.22	7.39
1.3	3.09	6.82
1.0	2.92	6.78
0.8	3.03	6.90

Diferencias no significativas

**Fenología.** No se detectaron diferencias significativas para los parámetros: Días a la emisión de botones florales (DEBF), Días a la apertura de flores (DAFL) y Días al amarre de frutos (DAFRUT). Los valores para DEBF se ubicaron entre 26.67 y 30.1. En el caso de DAFL, los valores fueron de 41.69 a 44.97 y finalmente, en DAFRUT los valores registrados se ubicaron entre 46.67 y 51.66 (Cuadro 4 y Figura 1).

Cuadro 4. Fenología de chile habanero en diferentes densidades poblacionales (ddt).

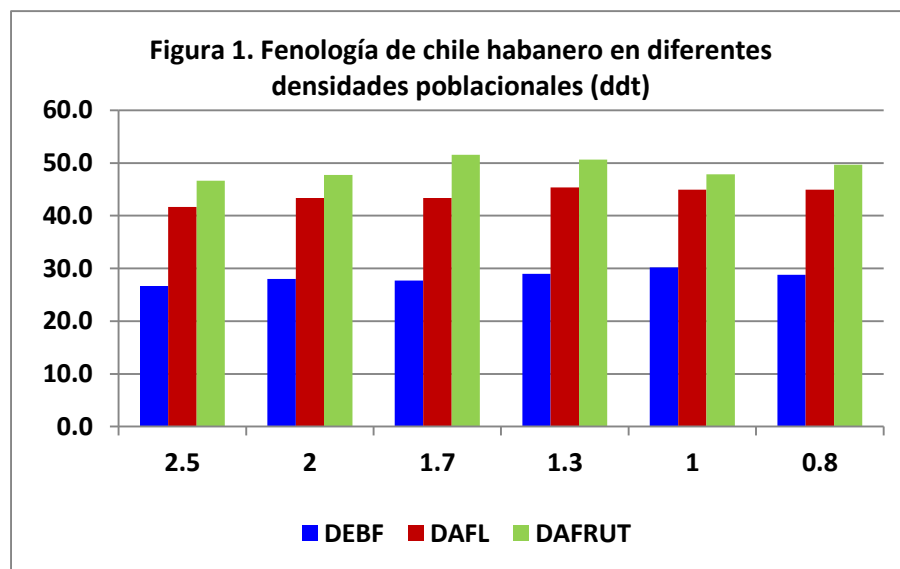
Densidad (Pl/m <sup>2</sup> )	DEBF	DAFL	DAFRUT
2.5	26.67	41.69	46.67
2.0	28.00	43.38	47.71
1.7	27.72	43.35	51.56
1.3	28.96	45.38	50.67
1.0	30.17	44.97	47.88
0.8	28.79	44.92	49.67

Diferencias no significativas

DEBF: Días a la emisión de botones florales

DAFL: Día a la apertura de flores

DAFRUT: Días al amarre de frutos



**Nº de frutos amarrados.** En esta variable el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas únicamente. En el Cuadro 5 se presentan los resultados de la prueba de medias por el método de Tukey, en el cual destacan las densidades 2.5, 2.0 y 1.7 con 75.59, 52.58 y 46.58 frutos/m<sup>2</sup> respectivamente, aunque solamente la densidad de 2.5



plantas/m<sup>2</sup> fue estadísticamente diferente de las densidades 1.3, 1.0 y 0.8 plantas/m<sup>2</sup>, las cuales registraron los valores más bajos de frutos amarrados.

**Rendimiento.** El análisis de varianza hasta el 11° corte no detectó diferencias significativas en el rendimiento acumulado y de primera clase, probablemente debido a un coeficiente de variación elevado de 18.47 y de 16.95%, respectivamente (Cuadro 6).

Considerando los datos de frutos amarrados y rendimiento, así como las recomendaciones de Avilés *et al.*, (2010), quienes indican el uso de 1.8 a 2.2 plantas/m<sup>2</sup>, los tratamientos con el mejor comportamiento fueron 1.7, 2.0 y 2.5 plantas/m<sup>2</sup>.

Cuadro 5. Frutos amarrados/m<sup>2</sup> a los 61 ddt.

Densidades (Pl/m <sup>2</sup> )	Frut/Planta
2.5	75.59a
2.0	52.58ab
1.7	46.58ab
1.3	31.15 b
1.0	31.50 b
0.8	20.57 b
Tukey p <sub>≤</sub> 0.01	

CUADRO 6. Rendimiento total y de 1ª clase acumulados al 11° corte (t/ha<sup>-2</sup>)

Densidades (Pl/m <sup>2</sup> )	Total	1ª Clase
2.5	23.44	20.25
2.0	23.02	19.84
1.7	19.28	17.16
1.3	21.78	18.41
1.0	19.68	16.91
0.8	18.47	15.76
CV (%)		16.95
18.47		
Diferencias no significativas		

## CONCLUSIONES

Los tratamientos con 1.7, 2.0 y 2.5 plantas/m<sup>2</sup> mostraron los mejores efectos en la productividad y calidad de frutos del chile habanero.

## LITERATURA CITADA

- Adams, H.; Umharan, P.; Brathwaite, R.; Mohammed, K. 2011. Hor pepper production manual for Trinidad and Tobago. CARDI. CTA. Saint Augustine, Trinidad and Tobago. 30 P.
- Avilés B., W. I; Dzib E., R.; Pereyda P., G. 2010. Manual para la producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en Yucatán. -A campo abierto y bajo estructuras de protección-.CE Mocochoá. CIRSE-INIFAP. Mérida, Yucatán. 32 p.
- Baustista F.,Zinck, J. A. 2010. Construction of Yucatec Maya soil classification and comparison with the WRB frame work. Journal of Ethnobiology and Ethno medicine 2010, 6:7.
- Prado U., G. 2006. Tecnología de producción comercial de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). Gobierno del estado de Tabasco. ISPORTAB. Villahermosa, Tabasco. S. p.
- Santoyo J., J. A. s. f. Producción de chile habanero en casa sombra. Fundación Produce Sinaloa A. C. Rosario, Sinaloa SAGARPA. Gobierno del estado de Sinaloa. México. S. p.
- Santoyo J., J. A.; Martínez A., C. O. s. f. Tecnología de producción de chile habanero en casa sombra en el sur de Sinaloa. Fundación Produce Sinaloa A. C. SAGARPA. Gobierno del estado de Sinaloa. S. p.
- Sinha, A.; Petersen, J. 2011. Caribbean hot pepper production and postharvest manual. FAO. CARDI. Belice. 60 p.
- Tun D., J. C. 2001. Chile habanero. Características y tecnología de producción. CE Mocochoá. CIRSE. INIFAP. Mérida, Yuc. 44 p.



## EVALUACION DE VARIEDADES DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) CULTIVADO EN CASA SOMBRA.

\*Avilés B., W. I<sup>1</sup>., Campos M., M. A<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>INIFAP. CIRSE. Campo Experimental Mocochoá, Km 25, antigua carretera Mérida-Motul, Mocochoá, Yucatán.

<sup>2</sup>Phytogrow SCP. Chicxulub Pueblo, Yucatán

T-89

### RESUMEN

Durante el ciclo otoño invierno de 2013 se estableció un experimento para estudiar el comportamiento de diferentes variedades de chile habanero cultivado en casa-sombra de acuerdo con parámetros de desarrollo, rendimiento total y de primera clase.

Se evaluaron densidades las variedades Jaguar, Mayapán y Calakmul, comparándolas contra el híbrido Rey Pakal como testigo. Se encontraron diferencias significativas en la altura, número de frutos amarrados, rendimiento total y de primera clase, hasta el décimo primer corte. Destacaron las variedades Jaguar y Mayapán, las cuales fueron similares en rendimiento al híbrido Rey Pakal, utilizado como testigo.

**Palabras clave:** Chile habanero, Variedades, Casa sombra.

### INTRODUCCION

De acuerdo con el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), durante el período comprendido entre 2001 y 2012, el chile habanero se ha cultivado en México en un promedio de 740 hectáreas en 12 estados: Yucatán, Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Chiapas, Veracruz, Tamaulipas, Colima, Nayarit, Michoacán, San Luis Potosí y Jalisco.

En este período la superficie cultivada del estado de Yucatán representó el 55.5% de la superficie nacional, Tabasco tuvo el 30%, Campeche el 7% y Quintana Roo el 5%. La superficie de estos cuatro estados representó el 97.5% de la superficie en nuestro país.

Aunque algunos autores (Santoyo, s. f.; Santoyo y Martínez, s. f.; Prado, 2006 y Tun, 2000) sugieren la utilización de materiales genéticos de compañías transnacionales, las variedades Mayapán y Jaguar generadas y recomendadas por INIFAP (Avilés *et al.*, 2010) son las únicas que en la actualidad garantizan la satisfacción de los requerimientos de la Denominación de Origen, plasmadas en la NOM-189-SCFI-2012 (Secretaría de Economía, 2012), debido principalmente a que se originan de germoplasma criollo local de la Península de Yucatán.

Estas variedades fueron originalmente generadas para la producción a campo abierto, sin embargo, la agricultura protegida es un sistema de producción que ha ido creciendo en Yucatán, razón por la cual se evaluó el comportamiento productivo de estos materiales en casa sombra.

### Objetivo

Evaluar el comportamiento productivo de variedades de chile habanero derivados de germoplasma local, en un sistema de producción de casa sombra.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las instalaciones de la empresa Invernaderos San Arturo, ubicadas en el rancho Santa Clara del municipio de Chicxulub Pueblo, Yucatán en una casa sombra de 1,200



m<sup>2</sup>, cubierta con malla blanca con densidad de 52 x 25 hilos/pulgada cuadrada. El trasplante se llevó a cabo el día 2 de octubre de 2013 en un suelo pedregoso clasificado como Tzek'el de acuerdo con la clasificación maya o Leptosol lítico de acuerdo con la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRBSR) (Bautista y Zinck, 2010). La localidad se encuentra en la Región II. Noroeste, teniendo como cabecera a la ciudad de Mérida. El municipio de Chicxulub Pueblo se encuentra entre los paralelos 21° 08' y 21° 13' de latitud norte y 89° 30' y 89° 35', longitud oeste.

Se evaluaron tres variedades provenientes de germoplasma criollo, con un híbrido de una compañía transnacional como testigo, las cuales se establecieron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Cada tratamiento se estableció en parcelas con dos líneas de 5 m de largo, separadas a 2.0 m. La descripción de los tratamientos se encuentra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Materiales genéticos utilizados en la evaluación de variedades.

Nombre	Categoría	Color en maduración	Origen
Rey Pakal	Híbrido	Verde oscuro a Rojo	US Agriseeds
Calakmul	Variedad	Verde pálido a Rojo	INIFAP
Jaguar	Variedad	Verde oscuro a Naranja	INIFAP
Mayapán	Variedad	Verde oscuro a Naranja	INIFAP

Se registraron las siguientes variables: Altura de la planta (cm), Diámetro de tallo (mm), Fenología, N° de Frutos amarrados, Rendimiento (Ton/ha) y calidad (% de frutos de 1<sup>a</sup> e industrial). Los datos se analizaron mediante análisis de varianza y pruebas de separación de medias por el método de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Altura de Planta.** El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas en las dos evaluaciones realizadas a los 15 y 45 días después del trasplante (ddt). De acuerdo con los resultados de las pruebas de medias, destacó el híbrido Rey Pakal, con la mayor altura inicial, aunque no fue estadísticamente diferente de Jaguar y Mayapán (Cuadro 2).

Variedad	15 ddt	45 ddt
Rey pakal	28.24a	68.29a
Calakmul	20.38 b	53.39 b
Jaguar	23.90ab	59.64ab
Mayapán	23.14ab	63.14ab
Tukey p<0.01		

Medias con la misma letra, significa que son estadísticamente iguales (Tukey  $\alpha=0.01$ )

**Diámetro de tallo.** En esta variable no se detectaron diferencias significativas en las evaluaciones realizadas a los 15 y 45 ddt.

En general se observó un incremento promedio de 4.24 mm, destacando ligeramente Rey Pakal y Mayapán con 4.48 y 4.46 mm (Cuadro 3)-

Cuadro 3. Diámetro de tallo en variedades de chile habanero a 10 cm del suelo (mm).

Variedad	15 ddt	45 ddt	INC
Rey pakal	3.61	8.09	4.48
Calakmul	3.81	8.02	4.21
Jaguar	3.44	7.22	3.78
Mayapán	3.69	8.15	4.46
Media	3.63	7.87	4.24
Diferencias no significativas			

**Fenología.** En esta variable no se detectaron diferencias significativas, aunque se observó una tendencia de Calakmul y Rey Pakal a emitir botones, flores y frutos un poco antes que Jaguar y Mayapán. La emisión de botones florales se registró entre los 23.4 y 25.6 días, la apertura de flores de los 30.3 a los 40.5 días y el amarre de frutos de los 42.2 a los 45.3 días después del trasplante (ddt) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Fenología de variedades de chile habanero (ddt).

Variedad	DEBF	DAFL	DAFRUT
Rey pakal	24.2	38.3	42.2
Calakmul	23.4	38.8	44.3
Jaguar	25.2	40.5	45.3
Mayapán	25.6	40.3	45.2
Diferencias no significativas			
DEBF: Días a la emisión de botones florales			
DAFL: Día a la apertura de flores			
DAFRUT: Días al amarre de frutos			

**Nº de frutos amarrados.** El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas en el número de frutos amarrados antes del inicio de cortes. En el Cuadro 5 se presentan los resultados de la prueba de medias por el método de Tukey, en el cual destaca el híbrido Rey Pakal con 38.5 frutos, aunque no difiere estadísticamente de Jaguar y Mayapán con 30.88 y 28 frutos/planta, respectivamente. Calakmul fue el material con menos frutos (20.58), siendo además el único estadísticamente diferente a Rey Pakal.

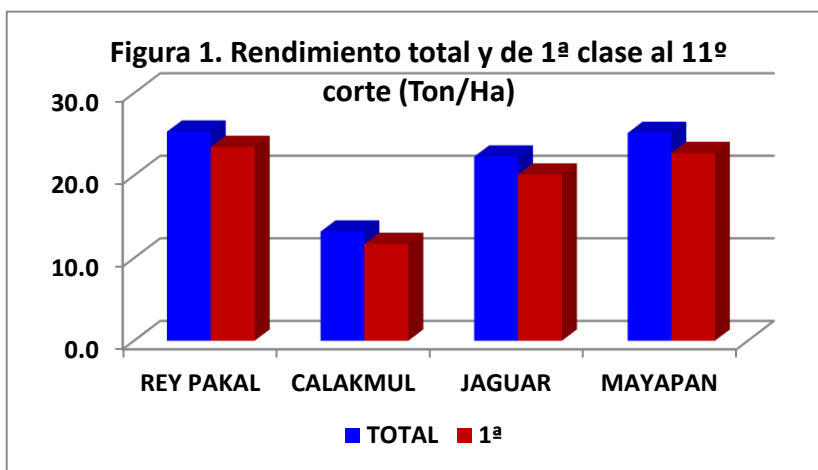
Cuadro 5. Nº de frutos amarrados por planta a los 61 ddt.

Variedad	Frutos/planta
Rey pakal	38.50a
Calakmul	20.58 b
Jaguar	30.88ab
Mayapán	28.00ab
Tukey $p \leq 0.05$	

**Rendimiento.** El análisis de varianza hasta el 11º corte detectó diferencias altamente significativas en el rendimiento acumulado y de primera clase, en donde destaca el híbrido Rey Pakal (Testigo) con 25.32 y 23.46 ton/ha de rendimiento total y de 1ª clase, respectivamente; Jaguar, con 22.29 y 20.11; y Mayapán con 25.17 y 22.73 ton/ha, respectivamente. Calakmul fue la variedad con el rendimiento significativamente menor, con 13.21 y 11.71 ton/ha (Cuadro 6 y Figura 1).

Cuadro 6. Rendimientos totales y de 1ª clase acumulados al 11º corte (t ha<sup>-1</sup>).

Variedades	Total	1ª clase
Rey pakal	25.32 a	23.46 a
Calakmul	13.21 b	11.71 b
Jaguar	22.29 a	20.11 a
Mayapán	25.17 a	22.73 a
Tukey $p \leq 0.05$		
CV (%)	8.51	17.23



Las variedades con los mayores rendimientos hasta el onceavo corte fueron Jaguar y Mayapán. El híbrido Rey Pakal utilizado como testigo, registró rendimientos totales y de primera clase, similares a las variedades Jaguar y Mayapán.

#### LITERATURA CITADA

- Avilés B., W. I; Dzib E., R.; Pereyda P., G. 2010. Manual para la producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en Yucatán. -A campo abierto y bajo estructuras de protección-. Folleto Técnico N° 7. CE Mocochoá. CIRSE-INIFAP. Mérida, Yucatán. 32 p.
- Baustista F.; Zinck, J. A. 2010. Construction of Yucatec Maya soil classification and comparison with the WRB frame work. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2010, 6:7.
- Prado U., G. 2006. Tecnología de producción comercial de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). Gobierno del estado de Tabasco. ISPROTAB. Villahermosa, Tabasco. S. p.
- Santoyo J., J. A. s. f. Producción de chile habanero en casa sombra. Fundación Produce Sinaloa A. C. Rosario, Sinaloa SAGARPA. Gobierno del estado de Sinaloa. México. S. p.
- Santoyo J., J. A.; Martínez A., C. O. s. f. Tecnología de producción de chile habanero en casa sombra en el sur de Sinaloa. Fundación Produce Sinaloa A. C. SAGARPA. Gobierno del estado de Sinaloa. S. p.
- Secretaría de Economía. 2012. NORMA Oficial Mexicana NOM-189-SCFI-2012, Chile Habanero de la Península de Yucatán (*Capsicum chinense* Jacq.). Especificaciones y métodos de prueba. Diario Oficial de la Federación. México, DF.
- Tun D., J. C. 2001. Chile habanero. Características y tecnología de producción. CE Mocochoá. CIRSE. INIFAP. Mérida, Yuc. 44 p.





## EVALUACIÓN DE LA MICORRIZA ARBUSCULAR Y BACTERIAS EN SORGO, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN VERACRUZ

### EVALUATION OF ARBUSCULAR MYCORRHIZA AND BACTERIA IN Sorghum, UNDER GREENHOUSE CONDITIONS IN VERACRUZ

Cumpián Gutiérrez, J.<sup>1\*</sup>; Durán Prado, A.<sup>1</sup>; Vásquez Hernández, A.<sup>1</sup> y Aguirre-Medina, J. F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INIFAP-CIRGOC-Campo Experimental Cotaxtla, Medellín de Bravo, Veracruz. <sup>2</sup>INIFAP-CIR Noreste-Campo Experimental Rio Bravo. Cd. Rio Bravo, Tamaulipas.  
cumpian.javier@inifap.gob.mx

T-93

#### RESUMEN

En el estado de Veracruz los distintos agrosistemas han sufrido una constante degradación, propiciado por un uso indiscriminado de fertilizantes químicos, que ha traído elevados costos de producción y baja rentabilidad de los cultivos. El objetivo del presente estudio fue evaluar, bajo condiciones de invernadero, la efectividad de los microorganismos simbióticos de INIFAP (*Glomus intraradices* y *Pseudomonas spp.*) y seis nuevas cepas experimentales (N.L.) en Veracruz. En el mes de enero del año 2010 (Ciclo O-I) se establecieron camas de madera en un invernadero, se llenaron con tierra desinfectada con Bromuro de Metilo, se preparó un gramo de biofertilizante de cada cepa a evaluar, se le agregó de 0.5 a 0.6 ml de adherente (carboximetil-celulosa) y se inocularon 54 semillas de sorgo híbrido Pionner 8282 por tratamiento. La siembra se realizó el 28 de febrero, se regó con 300 ml de agua por maceta, contenida en un matraz, para lograr la capacidad de campo del suelo. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con tres repeticiones, el número de tratamientos fueron 14. La unidad experimental consistió en una maceta (bolsa de plástico negro) con capacidad para 5.0 kg de suelo desinfectado. Los muestreos fueron cada 10 días. El arreglo final en el invernadero fueron 18 macetas por tratamiento por 14 tratamientos que arrojó una cantidad total de 252 macetas. La dosis de fertilización fue 160-80-120, recomendada por el INIFAP. Los tratamientos con biofertilizantes biológicos y 50 % de abono químico mostraron incrementos en peso fresco, materia seca y contenido de clorofila en las hojas, los tratamientos considerados como testigos tuvieron una respuesta baja.

**Palabras clave:** biofertilizantes microbianos, *Pseudomonas spp.*, *Gigaspora albida*.

#### INTRODUCCIÓN

La importancia del sorgo en la región se debe al aumento que ha tenido la demanda de alimentos balanceados en la actividad pecuaria en el Estado y también a su rápida adaptación en los sistemas agropecuarios de producción en la región sureste de México, que le permite aprovechar los bajos requerimientos de humedad que tiene el sorgo y así dar un uso intensivo al suelo. La superficie potencial para la siembra de esta gramínea en el sur de Veracruz se estima en aproximadamente 20,000 ha, y está sujeta a los bajos precios y dificultades en los canales de comercialización, lo cual varía año con año. La estrategia más viable para hacer rentable este cultivo es bajar los costos de producción en fertilizantes, con tal propósito se propone el uso de biofertilizantes microbianos que sustituyan parcialmente el abono químico, son muy económicos y no dañan el medio ambiente. Para lograr una conservación sana y razonable del medio ambiente se hace necesario trabajar para obtener una agricultura sustentable, y en especial la producción de maíz, donde se busca complementar la fertilización química con formas biológicas que logren un impacto en la producción, y en la rentabilidad al sustituir parcial o totalmente a los fertilizantes derivados del petróleo, principalmente a los nitrogenados y



fosfatados (Aguirre *et al*, 2010, Ferrera-Cerrato y Alarcon, 2008, González *et al*, 2004). El estudio de bacterias y hongos benéficos asociados a la rizoosfera de las plantas tiene ventajas de esta asociación simbiótica, consistentes en la fijación biológica del nitrógeno atmosférico, incrementar la absorción de agua, solubilizar los minerales del suelo mediante la segregación de la fosfatasa ácida, transformar el fósforo del suelo en compuestos asimilables por las plantas, producir sustancias promotoras del crecimiento vegetal, esto es por mencionar algunos de los muchos beneficios que procuran al asociarse con las plantas. (Alarcón y Ferrara-Cerrato, 2000; Basha, Olguin y Ferrara-Cerrato 1996). En frijol los microorganismos *Rhizobium* y *Azospirillum* promueven mayor cantidad de materia seca en el sistema radicular, en el follaje se tiene un mayor desarrollo vegetal expresado en nudos, flores, vainas, semillas, área foliar, peso seco de la lámina, y contenido de fósforo en el tejido vegetal (Aguirre y Kohashi, 2002), e inducen una tolerancia al estrés hídrico al aumentar el tamaño de la raíz (Aguirre y Kohashi, 2005). La inoculación en maíz con *Glomus intraradices* y *Azospirillum brasilense* incrementó el rendimiento de elote y la producción de grano superó en un 21.5 % al testigo sin fertilizar e igualó al fertilizado químicamente (Díaz Franco *et al*, 2005), otros autores como Uribe y Dzib en 2006 reportan incrementos entre 18 y 33%. El aumento en la producción de biomasa y el rendimiento de grano en sorgo se atribuye a una mayor producción de ácido indol acético (AIA) que propició un mejor desarrollo de la raíz y en consecuencia el óptimo aprovisionamiento de agua y nutrientes del suelo según lo determinó García *et al*, 2006. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar, bajo condiciones de invernadero, la efectividad de los microorganismos simbióticos de INIFAP (*Glomus intraradices* y *Pseudomonas* spp.) y seis nuevas cepas experimentales (N.L.) en Veracruz.

#### **MATERIALES Y METODOS**

Se estableció en el Campo Experimental Cotaxtla, Mpio. de Medellín de Bravo, Ver., un experimento de evaluación de cepas de hongos endomicorrízicos y bacterias en el cultivo de sorgo bajo condiciones de invernadero.

El 15 de enero de 2010 se inició el trabajo de preparación dentro de un invernadero hidropónico de 12 m de ancho x 30 m de largo, donde se construyó una cama hecha con tablas de madera con dimensiones de 1.50 cm de ancho x 28.0 metros de largo, su interior se cubrió con plástico de color natural con medida de calibre 600. La cama descrita se llenó en su interior con suelo agrícola, mismo que se esterilizó con cuatro latas de bromuro de metilo de 300 ml cada una, colocadas a igual distancia entre ellas a lo largo de la cama; el suelo a tratar se cubrió con el plástico, se liberó el gas y se mantuvo cinco días cubierto, después se destapó para airear el sustrato por espacio de dos días.

El 23 de febrero en el laboratorio de suelos del C. E. Cotaxtla se realizó la inoculación de la semilla de sorgo híbrido Pionner 8282, se preparó un gramo de biofertilizante de cada cepa a evaluar, se le agregó de 0.5 a 0.6 ml de adherente (carboxi-metil-celulosa) y se inocularon 54 semillas de sorgo por tratamiento en 18 macetas de 5 kg de capacidad. La siembra se realizó este mismo día; el 28 de febrero germinó el 90 % de la semilla y se regó con 300 ml de agua por maceta, contenida en un matraz, para lograr la capacidad de campo del suelo; antes de aplicar el riego se colocó un papel absorbente "sanitas". El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con tres repeticiones, el número de tratamientos fueron 14 (Cuadro 1).



Cuadro 1. Tratamientos para la evaluación en invernadero de micorrizas y bacterias en sorgo híbrido Pioneer 8282 en el C. E. Cotaxtla. Ciclo O-I 2009-2010.

No. de Tratamiento	Tratamiento Cepa de microorganismo	Fertilización química
1	SIN	00-00-00
2	SIN	100% F. Q.
3	Micorriza INIFAP ( <i>Glomus intraradices</i> )	50% F. Q.
4	Bacteria INIFAP ( <i>Pseudomonas spp.</i> )	50% F. Q.
5	Micorriza-1 (Cepa 3 <i>Glomus mosseae</i> )	50% F. Q.
6	Micorriza-2 (Cepa 20 <i>Gigaspora albida</i> )	50% F. Q.
7	Micorriza-3 (Cepa 32 <i>Sclerocystis ceremioides</i> )	50% F. Q.
8	Micorriza-4 (Cepa 35 <i>Glomus mosseae</i> )	50% F. Q.
9	Micorriza-5 (Cepa 39 <i>Glomus mosseae</i> )	50% F. Q.
10	Micorriza-6 (Cepa 55 <i>Gigaspora sp.</i> )	50% F. Q.
11	Bacteria + multicepa N. L. (6 cepas)	50% F. Q.
12	Multicepa N. L. (6 cepas)	50% F. Q.
13	Bacteria + micorriza INIFAP	50% F. Q.
14	Suelo sin esterilizar y sin biofertilizante	00-00-00

La unidad experimental consistió en una maceta (bolsa de plástico negro) con capacidad para 5.0 kg de suelo estéril. El número final de plantas por maceta fue de una. El número total de muestreos fueron cada 10 días. El arreglo final en el invernadero fueron 18 macetas por tratamiento por 14 tratamientos que arrojó una cantidad total de 252 macetas.

Los riegos se aplicaron los días 23, 25, 27 de febrero y 9 de marzo de 2010 (1,200 ml) según las condiciones de humedad del suelo que así lo requería. En total se aplicaron 21 riegos de los cuales 13 fueron de 300 ml por maceta y ocho fueron de 600 ml sumando 8.700 Lt de agua en total.

La dosis de fertilización recomendada por el INIFAP para el cultivo de sorgo en Veracruz es 160-80-120 kg/ha de n, p<sup>2o5</sup> y k<sup>2o</sup> respectivamente, utilizando como fuentes: urea (46 % n), fosfato diamónico (18-46-00) y cloruro de potasio (60 % de k<sup>2o</sup>).

Las cantidades de cada uno de ellos para su mezcla y aplicación por maceta se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Cantidades de fuentes de fertilizantes químicos mezclados por maceta.

Fertilización química	Urea gr	DAP gr	K Cl gr	Total por maceta (gr)
100 %	1.50	1.80	1.20	4.50
50 %	0.75	0.90	0.60	2.25

Las variables para su estudio fueron altura de planta y hoja bandera, número de hijos, peso fresco y peso seco de espiga, raíz, follaje, tallo y rendimiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el peso fresco de follaje (hojas) la Bacteria + Micorriza INIFAP logro 47.5 g, seguido por la fertilización química con 45.6 g; en el peso seco de follaje fue mayor el tratamiento con la fertilización química con 15.66 g seguida por la Bacteria + Micorriza INIFAP con 14.42 g. En peso fresco de tallo el máximo tamaño lo presentó la Bacteria + Micorriza INIFAP con 96.0 g y



Micorriza-5 con 91.62 g. El mayor peso seco de tallo corresponde a la Micorriza-4 que produjo 37.67 g y le siguió Micorriza-2 con 36.27 g, mientras que el tratamiento 1 (testigo absoluto) solo tuvo un peso 9.16 g. (Cuadro 3).

CUADRO 3. Peso fresco y seco de follaje y tallo de sorgo en respuesta a la biofertilización con diferentes cepas de micorrizas y bacterias en invernadero O-I 2010. C.E. Cotaxtla.

No. de Trat.	Tratamiento		Follaje		Tallo	
	Cepa de <i>Glomus</i>	Fertilización química	Peso fresco gr	Peso seco gr	Peso fresco gr	Peso seco gr
1	SIN	00-00-00	17.63 e	6.03 e	29.64 d	9.16 c
2	SIN Cepa/SIN F.Q.	100 % F. Q.	45.60 ab	<b>15.66 a</b>	75.23 abc	25.72 ab
3	Micorriza INIFAP	50 % F. Q.	36.93 abcd	13.22 abcd	71.81 abc	26.48 ab
4	Bacteria INIFAP	50 % F. Q.	34.31 bcd	9.65 de	88.03 ab	24.09 ab
5	Micorriza -1	50 % F. Q.	41.95 abc	13.79 abc	89.89 ab	35.56 ab
6	Micorriza -2	50 % F. Q.	25.40 de	11.49 bcd	76.96 abc	36.27 ab
7	Micorriza -3	50 % F. Q.	30.63 cd	12.79 abcd	62.72 bc	28.08 ab
8	Micorriza -4	50 % F. Q.	33.41 cd	14.41 ab	82.57 abc	<b>37.67 a</b>
9	Micorriza -5	50 % F. Q.	42.50 abc	12.65 abcd	91.62 ab	29.91 ab
10	Micorriza -6	50 % F. Q.	37.31 abcd	12.46 abcd	81.67 abc	32.08 ab
11	Bacteria + Multiceps N. L. (6 cepas)	50 % F. Q.	45.87 ab	15.18 a	68.87 abc	22.40 ab
12	Multiceps N. L.	50 % F. Q.	37.10 abcd	10.62 cd	88.21 ab	30.85 ab
13	Bacteria + Micorriza INIFAP	50 % F. Q.	<b>47.50 a</b>	14.42 ab	<b>96.00 a</b>	34.29 ab
14	Suelo Esterilizar y Biofertilizante	SIN 00-00-00	17.53 e	6.85 e	53.00 cd	28.33 ab
Sign.			**	**	**	**

Medias con letra diferente en la misma columna difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ ).

Respecto al peso fresco de espiga, la Bacteria + Micorriza INIFAP obtuvo 27.66 g, seguida por Multiceps N. L. con 26.26 g, mientras que el tratamiento 1 (testigo) peso solo 10.69 g superado en 158.74%; en el peso seco de espiga repitió la Bacteria + Micorriza INIFAP con 22.26 g y le siguió Multiceps N. L. con 21.11 g, en el peso fresco y seco de raíz el máximo peso lo logró Bacteria INIFAP con 77.93 g y 28.4 g de ambas variables le siguió Micorriza-1 con 73.4 g y 24.86 g respectivamente (Cuadro 4).



Cuadro 4. Peso fresco y seco de la espiga y raíz de sorgo en respuesta a la biofertilización con diferentes cepas de micorrizas y bacterias en invernadero O-I 2010 C.E. Cotaxtla.

No. de Trat.	Tratamiento	Fertilización química	Espiga		Raíz	
			Peso fresco gr	Peso seco gr	Peso fresco gr	Peso seco gr
1	SIN	00-00-00	10.69 c	8.89 b	23.16 fg	11.23 e
2	SIN	100% F. Q.	16.59bc	14.88ab	41.67 defg	16.36 bcde
3	Micorriza INIFAP	50% F. Q.	22.47ab	20.43 a	63.21 abcd	21.59 abc
4	Bacteria INIFAP	50% F. Q.	22.60 ab	18.00 a	<b>77.93 a</b>	<b>28.40 a</b>
5	Micorriza -1	50% F. Q.	24.32 ab	20.73 a	73.40 ab	24.86 ab
6	Micorriza -2	50% F. Q.	25.86 ab	20.62 a	53.29 bcde	17.82 bcde
7	Micorriza -3	50% F. Q.	19.93 abc	17.56 a	45.16 cdef	15.02 cde
8	Micorriza -4	50% F. Q.	20.45 abc	18.29 a	57.39 abcd	23.73 abcd
9	Micorriza -5	50% F. Q.	20.96 a	20.22 a	67.05 abc	20.02 abcde
10	Micorriza -6	50% F. Q.	22.70 ab	18.24 a	49.64 cdef	16.30 bcde
11	Bacteria + Multicepa N. L. (6 cepas)	50% F. Q.	20.04 abc	16.71 ab	34.56 efg	13.64 cde
12	Multicepa N. L.	50% F. Q.	26.26 ab	21.11 a	65.06 abc	19.01 bcde
13	Bacteria + Micorriza INIFAP	50% F. Q.	27.66 a	22.26 a	52.81 bcde	21.73 abc
14	Suelo sin esterilizar y Sin biofertilizante	00-00-00	20.60 ab	17.65 a	23.22 g	12.24 de
	Sign.		**	**	**	**

Otras variables cuantificadas (Cuadro 5), fue la altura de hoja bandera, donde la mayor se alcanzó con Micorriza-5 con 87.33 cm. La máxima altura de planta final se logró con el tratamiento 14 con 111.76 cm. La variable número de hijos fue mayor con la Bacteria INIFAP con 3.08 mientras que el testigo tratamiento 1 solo produjo 0.38 esto es importante sobre todo para cultivos forrajeros. El peso de grano de sorgo ajustado al 14 % de humedad indico que la Bacteria + Micorriza INIFAP con 19.94 g y le siguió Micorriza-5 con 17.62 g. Estos resultado coinciden con lo encontrado con García et al, 2006 cuando reporta incrementos en grano y materia seca en sorgo. Otros autores como Uribe y Dzib en 2006 reportan incrementos entre 18 y 33 %.



Cuadro 5. Altura de hoja bandera y altura de planta, número de hijos y peso de grano en respuesta a la biofertilización con diferentes cepas de micorrizas y bacterias en sorgo en invernadero O-I 2010 C.E. Cotaxtla.

No. de Trat.	Cepa de <i>Glomus</i>	Fertilización química	Altura de Hoja bandera (cm)	Altura de Planta cm	Núm. de hijos	Peso de grano gr
1	SIN	00-00-00	66.167bc	104.206a	0.38 c	7.5 c
2	SIN	100 % F. Q.	57.000 c	74.618 c	2.08ab	12.2bc
3	Micorriza INIFAP	50 % F. Q.	82.500ab	101.647ab	2.05ab	16.9ab
4	BACTERIA INIFAP	50 % F. Q.	78.167 ab	95.265 b	3.08 a	14.4 ab
5	Micorriza -1	50 % F. Q.	79.333 ab	97.618 ab	2.73 ab	16.4 ab
6	Micorriza -2	50 % F. Q.	79.167 ab	93.559 b	2.14 ab	17.2 ab
7	Micorriza -3	50 % F. Q.	77.333 ab	95.118 b	2.05 ab	14.6 abc
8	Micorriza -4	50 % F. Q.	82.333 ab	97.882 ab	2.73 ab	15.1 ab
9	Micorriza -5	50 % F. Q.	<b>87.333 a</b>	94.206 b	3.02 a	17.6 ab
10	Micorriza -6	50 % F. Q.	85.333 a	93.412 b	2.08 ab	16.0 ab
11	Bacteria + Multicepa N. L. (6 cepas)	50 % F. Q.	81.333 ab	91.118 b	1.97 b	14.2 abc
12	Multicepa N. L.	50 % F. Q.	85.000 a	97.912 ab	2.79 ab	18.5 ab
13	Bacteria + Micorriza INIFAP	50 % F. Q.	85.667 a	95.647 b	2.41 ab	19.9 a
14	Suelo Esterilizar Y Biofertilizante	SIN 00-00-00	80.167 ab	<b>111.765 c</b>	0.85 c	15.3 ab
	Sign.		**	**	**	**

Se realizó la lectura de clorofila para cada uno de los tratamientos con el medidor Spad Minolta, los datos se presentan en la Figura 1, donde se puede apreciar que la mayor lectura de clorofila se presentó en los tratamientos con 100 y 50 % de fertilizante químico y biofertilizantes microbianos donde sobresalen la Micorriza INIFAP con 56.89, seguida por la Bacteria INIFAP con 56.47; la lectura más baja registrada fue con los tratamientos 1 (testigo) con 30.27 y el tratamiento 14 con 34.01, que se caracterizan por no tener biofertilizantes ni abono químico.

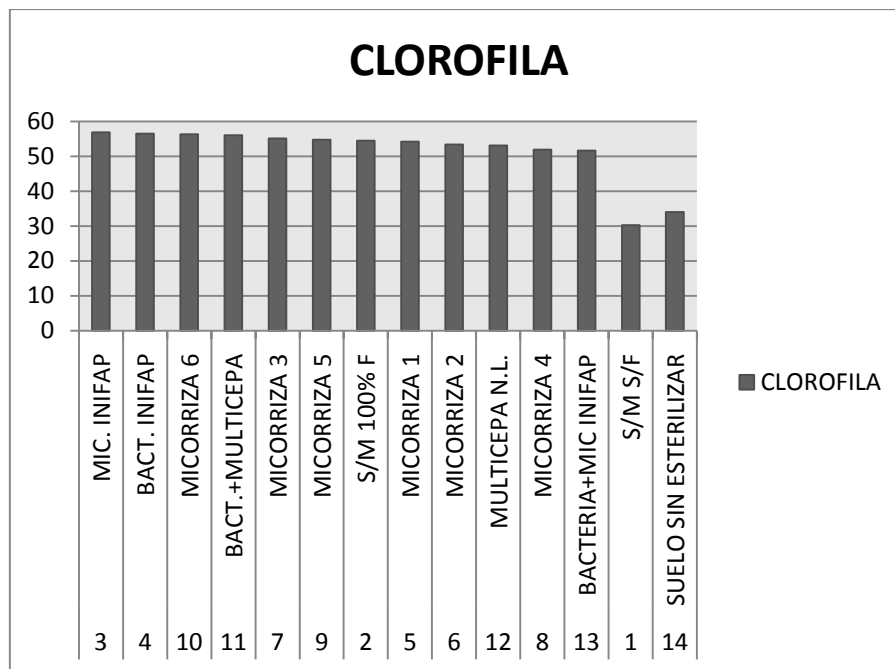


Figura 1. Determinación de la clorofila mediante la lectura del spad minolta en sorgo sometido a la influencia de micorrizas y bacterias en invernadero O-I 2010, C.E. Cotaxtla.

## CONCLUSIONES

La interacción biofertilizantes microbianos con el 50 % de abono químico tiene una influencia positiva en las variables propuestas que se manifiestan con incrementos en el peso fresco, peso seco y peso de grano del sorgo.

La ausencia de fertilizante químico y biofertilizantes microbianos provoca baja respuesta en las variables estudiadas.

## LITERATURA CITADA

- Aguirre, M. J. F., M.B. Irizar, A. Durán, O.A. Grajeda, M.A. Del Rio, C. Loredó y A. Gutiérrez. 2010. Los biofertilizantes microbianos: alternativa para la agricultura en México. Folleto Técnico No. 5. SAGARPA. INIFAP. CIRPAS. Campo Experimental Rosario Izapa. Chiapas, México. 68 p.
- Aguirre-Medina, J.F., J. Kohashi-Shibata, C. Trejo-López, J. A. Acosta-Gallegos y J. Cadena-Iñiguez. 2005. La inoculación de *Phaseolus vulgaris* L. con tres microorganismos su efecto en la tolerancia a la sequía. *Agr. Téc. Méx.* 31(2): 125-137.
- Aguirre-Medina, J.F., J. Kohashi-Shibata. 2002. Dinámica de la colonización micorrízica
- Alarcón, A. y R. Ferrera-Cerrato. 2000. Biofertilizantes: importancia y utilización. *Agric. Téc. Méx.* 26 (2): 191-203.
- Bashan, y., Holguin, G. y R. Ferrera-Cerrato. 1996. Interacciones entre plantas y microorganismos benéficos. I. *Azospirillum*. *Terra.* 14(2): 159-194.
- Díaz, F.A., M. Alvarado, M.A. Cantú e I. Garza. 2005. Fertilización biológica y producción de maíz en la región semiárida del norte de Tamaulipas, México. *Agric. Téc. Méx.* 31(2): 153-163.
- Ferrera-Cerrato, R. Y A. Alarcón. 2008. Biotecnología de los hongos micorrízicos arbusculares. In: Díaz F., A. y N. Mayek P. La fertilización como tecnología sostenible. Plaza y Valdes pp. 25-38.
- García, O. J.G., V.R. Moreno, I.C. Rodríguez, A. Mendoza y N. Mayek. 2006. Biofertilización con *Azospirillum brasilense* en sorgo en el Norte de México. *Agric. Téc. Méx.* 32(2): 135-141.



- González, C.M., M. Gutiérrez C. y S. Wright. 2004. Hongos micorrízicos arbusculares en la agregación del suelo y su estabilidad. *Terra Latinoam.* 22: 507-514.
- Uribe, V.G. y R. Dzib E. 2006. Micorriza Arbuscular (*Glomus intraradices*), *Azospirillum brasilense* y Brasinoesteroide en la Producción de Maíz en Suelo Luvisol. *Agr. Téc. Méx.* 32(1): 67-76.
- Y su efecto sobre los componentes del rendimiento y el contenido de fósforo en frijol común. *Agr. Téc. Méx.* 28 (2): 23-33.





## COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LÍNEAS EXPERIMENTALES DE ARROZ DE GRANO DELGADO EN TABASCO

<sup>1</sup>Jiménez Chong J. A.\* y López López R<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Campo Experimental Huimanguillo. Km 1 carretera Huimanguillo-Cárdenas.  
86500. Huimanguillo, Tabasco, México.  
jimenez.jose@inifap.gob.mx

T-106

### RESUMEN

El proyecto contempla el establecimiento de parcelas de validación de tecnología, mediante la identificación e implementación de componentes estratégicos para obtener altos rendimientos de grano en el cultivo del arroz. Para ello, durante el ciclo Otoño-Invierno/2012-2013, se estableció una parcela de validación de tecnología en el Campo Experimental Huimanguillo, en el municipio de Huimanguillo, Tabasco, con el objetivo de corroborar el incremento de la productividad de las líneas experimentales de arroz bajo riego restringido, siendo los componentes principales de esta parcela las líneas experimentales FL04621-10P-3-3P-3P-M, FL05372-7P-3-2P-2P-M, FL04621-2P-1-3P-3P-M, FL04835-19P-9-3P-1P-M y FL05408-5P-7-2P-2P-M, las cuales han demostrado superioridad agronómica y productiva en los diferentes ensayos de rendimiento establecidos en años anteriores en las diferentes áreas productoras de arroz del país y como testigo las variedades Choca A-05 y Chontalpa A-04. Los resultados obtenidos indican una ligera superioridad productiva de las líneas FL04621-10P-3-3P-3P-M, FL05408-5P-7-2P-2P-M y FL04835-19P-9-3P-1P-M, las cuales registraron rendimientos de 5,515, 5,104 y 4,984 kg/ha, respectivamente; rendimientos que superaron entre 39 y 26 % a la variedad Choca A-05, la cual registró un rendimiento de 3,953 kg/ha. Durante el desarrollo de esta parcela de validación, el Campo Experimental Huimanguillo, organizó y llevó a cabo el “Día del Productor” el día 19 de abril de 2013, evento al que asistieron en total 674 personas, de las cuales, 273 fueron productores y técnicos, 341 estudiantes de diversas escuelas y niveles de educación, 10 comerciantes y un industrial. Al módulo de arroz asistieron alrededor de 200 personas, en las que pudieron apreciar las diferentes líneas experimentales en campo y una presentación del desarrollo experimental al que han sido sometidas.

**Palabras clave:** manejo agronómico, mejoramiento genético, arroz, fertilización

### INTRODUCCIÓN

En el estado de Tabasco se siembran anualmente alrededor de 9,000 ha de arroz, con rendimientos de 3 a 4 t/ha, lo cual no es competitivo y resulta ser bajo si se considera que el rendimiento potencial de este cultivo en la región supera las 8 t/ha. Para poder lograr lo anterior, es necesario identificar factores estratégicos como lo son la fecha de siembra, el control eficiente de malezas, el riego y las variedades para obtener altos rendimientos.

Para estar en posibilidades de contar con una nueva y mejor tecnología para la producción de arroz que permita ser competitiva, se requiere impulsar en forma simultánea los programas de mejoramiento genético y de sistemas de producción, tanto para riego como para temporal común y temporal con riegos de auxilio. El INIFAP ha generado tecnología para incrementar significativamente la productividad del cultivo del arroz en el estado de Tabasco, por lo que con la implementación de esta actividad se proponen algunas modificaciones al paquete tecnológico, entre las que destacan la utilización de nuevas variedades de arroz, aplicación de fertilizantes, control de maleza oportuno, tratamiento a la semilla y densidad de siembra.

El proyecto contempla el establecimiento de una parcela de validación de tecnología, que tienen la finalidad de corroborar los resultados experimentales, determinar su efecto sobre el rendimiento de grano del cultivo de arroz y sobre todo, difundir en forma objetiva entre los productores,



personal de asistencia técnica, directivos y empresarios, la tecnología de producción que se ha generado. El proyecto tiene un alcance estatal, beneficiando directamente a las áreas productoras de arroz del Plan Chontalpa, específicamente en los municipios de H. Cárdenas y Huimanguillo, Tabasco, convencidos de que las modificaciones propuestas al paquete tecnológico contribuyen significativamente a incrementar la productividad del cultivo del arroz en el estado de Tabasco.

Un factor estratégico para obtener altos rendimientos lo constituye la calidad de la semilla a utilizar y la densidad de siembra ya que una densidad de siembra adecuada (80-100 kg/ha de semilla), produce plantas más sanas, con tallos más fuertes, y con mayor capacidad de respuesta a la fertilización. Utilizar altas densidades de siembra produce plantas débiles, susceptibles al acame y al ataque de plagas y enfermedades.

Una alternativa saludable y económica para proteger al cultivo del ataque de plagas, lo constituye el tratamiento de la semilla con insecticidas, cuya finalidad es proteger a la planta desde sus etapas iniciales y disminuir el número de aplicaciones de insecticidas al cultivo, contribuyendo con ello a minimizar el daño que ocasionan los insecticidas a los insectos benéficos y al ambiente,

Respecto de la fertilización, se menciona que el cultivo debe contar con los nutrimentos adecuados que le permitan aprovechar las condiciones ambientales y expresar el potencial genético de las variedades, por lo que se sugiere que el productor realice labores de preparación y fertilización anticipada, es decir, antes de la última rastra, se debe aplicar todo el fósforo y el potasio, así, el fertilizante estará incorporado con el rastreo final, dejando el campo listo para la siembra. El nitrógeno se deberá aplicar en forma dividida, la primera parte 30 días después de la germinación y el 50 % restante del nitrógeno se aplica en la fase de iniciación panicular, siempre y cuando el cultivo presente una coloración amarillenta o pálida en su follaje.

Con respecto al control de malezas, es necesario tener en cuenta que compiten con el cultivo por luminosidad, espacio, agua y nutrimentos, siendo también hospederos de plagas y enfermedades, por lo que su control se debe de realizar de forma integrada, que contemple la preparación del terreno, el uso de semilla de calidad libre de semillas de malezas y arroz rojo, el manejo del agua de riego y el uso de productos químicos. El control químico de malezas es necesario y es más efectivo cuando se realizan en una etapa temprana cuando el cultivo tiene entre 1 y 3 hojas. La mezcla de herbicidas pre y post-emergentes aplicados en post-emergencia temprana, permite realizar un buen control de malezas.

### **Objetivos**

Demostrar la tecnología de producción del cultivo del arroz en el estado de Tabasco; promover la adopción de la tecnología a partir de eventos demostrativos con la finalidad de presentar en forma objetiva los resultados obtenidos; proporcionar a los productores de arroz del estado de Tabasco, las herramientas tecnológicas que le permitan incrementar la productividad del cultivo.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El proyecto contempla la implementación de una parcela de validación de tecnología en terrenos del Campo Experimental Huimanguillo, en la región Chontalpa del estado de Tabasco, cuyo componente estratégico lo constituyen las Líneas Experimentales sobresalientes.

**Descripción de área de estudio.** La parcela de validación de tecnología se estableció en las instalaciones del Campo Experimental Huimanguillo en la región Chontalpa del estado de Tabasco, sobre un Fluvisol eutrítico, de textura franco-arcillosa, neutros, con contenidos moderadamente altos de materia orgánica y calcio intercambiable, alto contenido de magnesio, contenidos medios de nitrógeno total y deficientes en fósforo y potasio. El clima en esta localidad es cálido húmedo

con abundantes lluvias en verano (Am), con una precipitación promedio anual de 2500 mm y temperatura promedio de 26.3 °C.

**Manejo agronómico de la parcela de validación de tecnología.** La preparación de almácigos se inició el 18 de enero de 2013 y la siembra de los mismos se realizó el 23 de enero del mismo año, con las líneas experimentales FL04621-10P-3-3P-3P-M, FL05372-7P-3-2P-2P-M, FL04621-2P-1-3P-3P-M, FL04835-19P-9-3P-1P-M y FL05408-5P-7-2P-2P-M y como testigos las variedades Choca A-05 y Chontalpa A-04. La densidad de siembra fue equivalente a 40 kg/ha de semilla. La fecha de germinación ocurrió el 29 de enero de 2013.

Las actividades de preparación del terreno iniciaron el 30 de enero de 2013, con un barbecho a una profundidad de 30 cm, seguido de un primer paso de rastra el 23 de febrero de 2013 y el segundo paso de rastra se realizó el 25 de febrero de 2013.

El trasplante de las Líneas experimentales y las variedades testigo se realizó del 2 al 8 de marzo de 2013, con plantitas de alrededor de 30 días de edad, en surcos individuales de 6 m de largo por 10 m de ancho, con una separación entre surcos y plantas de 0.20 m, trasplantando de una a dos plantitas por punto.

Debido al sistema de trasplante, no se tuvieron problemas con malezas durante las etapas iniciales del cultivo (no fue necesario realizar aplicación de herbicidas); sin embargo, durante las etapas de floración y llenado de grano, fue necesario realizar deshierbes manual para eliminar tanto malezas como plantas de arroz fuera de tipo.

Se realizaron tres aplicaciones de fertilizantes, la primera el 11 de marzo de 2013, con la dosis 30-30-30, siendo la fuente de fertilizantes el 17-17-17. La segunda fertilización se llevó a cabo el 1° de abril de 2013, con la dosis 30-30-30, siendo el 17-17-17, la fuente de fertilizante.

Se realizó una aplicación complementaria de 60 kg/ha de nitrógeno el 24 de abril de 2013, poco antes de la floración, siendo la urea la fuente de fertilizante que se utilizó, en total se aplicó al cultivo la dosis 120-60-60 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, respectivamente.

Durante el ciclo de cultivo se aplicó riego durante el trasplante y riegos de auxilio cada 10 días, durante todo el ciclo del cultivo, incluyendo la fase de iniciación panicular y llenado de grano. No se realizaron aplicaciones de insecticidas, ni de fungicidas, solo se contrató personal de campo para cuidar el lote del daño que ocasionan los pájaros.

La cosecha se realizó en forma manual durante los días 18 al 20 de julio de 2013, dependiendo de la madurez de cada una de las líneas experimentales y las variedades. La semilla colectada de cada material se vació en costales previamente identificados con el número de parcela correspondiente. La semilla de cada genotipo fue expuesta al sol por espacio de cuatro a seis horas durante tres o cuatro días, para después limpiar la semilla con el aire proporcionado por un ventilador, eliminando de esta manera paja e impurezas. Con una balanza se pesó el contenido de semilla de cada bolsa y posteriormente se tomaron 100 g de semilla para determinar el contenido de humedad de las mismas, valor que sirvió para corregir el rendimiento de grano al 14 % de humedad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se presentan los resultados que se obtuvieron en la parcela de validación de tecnología, en el que se observa una ligera superioridad productiva de las líneas FL04621-10P-3-3P-3P-M, FL05408-5P-7-2P-2P-M y FL04835-19P-9-3P-1P-M, las cuales registraron rendimientos de 5,515, 5,104 y 4,984 kg/ha, respectivamente, siendo apenas superiores en 39.5, 29.1 y 26.08 % a la variedad Choca A-05, la cual registró un rendimiento de 3,953 kg/ha.



Cuadro 1. Rendimiento de grano de la parcela de validación de líneas sobresalientes de arroz de grano delgado en Tabasco. Ciclo Otoño-Invierno/2012-2013.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Altura de planta (cm)	Días	
			Floración	Madurez
FL04621-10P-3-3P-3P-M	5,515	110	101	146
FL05408-5P-7-2P-2P-M	5,104	90	108	152
FL04835-19P-9-3P-1P-M	4,984	120	100	140
FL04621-2P-1-3P-3P-M	4,188	110	95	131
Choca A-05	3,953	110	99	145
Chontalpa A-04	2,770	106	102	143
FL05372-7P-3-2P-2P-M	2,500	110	96	139

En el ciclo primavera-verano 2012, los resultados que se obtuvieron en la parcela de validación de tecnología en condiciones de temporal, se observó una ligera superioridad productiva de la línea FL04621-10P-3-3P-3P-M, la cual registró un rendimiento de 4,524 kg/ha, apenas superior en un 11.1 % a la variedad Choca A-05, para la cual se cuantificó un rendimiento de 4,071 kg/ha (Jiménez, 2012).

La línea FL04621-2P-1-3P-3P, registró rendimientos de 4,188 kg/ha, 5.9 % superior al rendimiento de la variedad Choca A-05, mientras que el comportamiento productivo de la línea FL05372-7P-3-2P-2P-M, fue superada por los dos testigos.

Durante el desarrollo de esta parcela de validación, el Campo Experimental Huimanguillo, organizó y llevó a cabo el “Día del Productor” el 19 de abril de 2013, evento al que asistieron en total 674 personas, de las cuales, 273 fueron productores y técnicos, 341 estudiantes de diversas escuelas y niveles de educación, 10 comerciantes y un industrial. Al módulo de arroz asistieron alrededor de 200 personas, en las que pudieron apreciar las diferentes líneas experimentales en campo, seguido de una presentación con rotafolio del desarrollo experimental a la que han sido sometidas las líneas y las variedades testigo.

## CONCLUSIONES

Se observó una ligera superioridad productiva de las líneas FL04621-10P-3-3P-3P-M, FL05408-5P-7-2P-2P-M y FL04835-19P-9-3P-1P-M, sobre la variedad Choca A-05 utilizada como testigo.

Durante el evento del “Día del Productor” del Campo Experimental Huimanguillo, al módulo de arroz asistieron alrededor de 200 personas, quienes pudieron apreciar las diferentes líneas experimentales en campo, seguido de una presentación del desarrollo experimental a la que han sido sometidas las líneas y las variedades testigo.

## LIETRATURA CITADA

- Contreras L. A., E. A. Ayón R. y L. Tavitás F. 1989. Huimanguillo A-88 nueva variedad de arroz para Tabasco. Folleto técnico núm. 6. INIFAP-CIFAPTAB. Campo Experimental Huimanguillo. Huimanguillo, Tabasco, México. 18 p.
- CIAT. 1983. Sistema de evaluación estándar para arroz. 2ª. Edición. Manuel Rosero (traductor y adaptador). Cali, Colombia.
- Contreras L. A., F. Márquez C. y L. Hernández A. 1990. Guía para cultivar arroz en Tabasco. Folleto técnico núm. 4. INIFAP-CIFAPTAB. Campo Experimental Huimanguillo. Huimanguillo, Tabasco, México. 16 p.
- Esqueda E., V. A., O. H. Tosquy V. y D. S. Flores M. 2010. Control de malezas en el cultivo de arroz de temporal en Veracruz. Folleto técnico no. 53. Campo Experimental Cotaxtla. Medellín de Bravo, Veracruz. 41 p.



- Flores S., A. 1991. La producción de arroz en Tabasco. Reporte de investigación no. 04. CIESTAN-UACH. Chapingo, México. Pp.: 15-60
- García A., J. L., L. Hernández A. y L. Tavitas F. 2010. “El Silverio”, nueva variedad de arroz de grano grueso para áreas temporeras en el trópico mexicano. Folleto técnico no. 25. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Oaxaca, Oaxaca. 35 p.
- González L., V. W., A. Turrent F. y R. Aveldaño S. 1992. Regionalización agronómica para el arroz de temporal en Tabasco. En: Memoria de la V Reunión Científica Forestal y Agropecuaria de Tabasco. Publicación especial no. 5. SARH-INIFAP-CIRGOC. Villahermosa, Tabasco. P: 33.
- Hernández, A. L., 1996. Mejoramiento genético del arroz en México: “Variedades endogámicas vs híbridos”, Memoria del Curso Internacional de Actualización y Agricultura Sustentable; UAAAN, Saltillo, Coahuila., p: 25-33.
- Hernández A. L. y L. Tavitas F., 2005. Plan nacional de investigación y apoyo a la transferencia de tecnología sobre el cultivo de arroz. Publicación especial No. 42. Campo Experimental Zacatepec. Zacatepec, Morelos. 66 p.
- Jiménez C., J. A. 2007. Viveros de Observación del Fondo Latinoamericano de Arroz de Riego 2005 y 2006. Informe 2006 del proyecto “Obtención de variedades de arroz de riego con grano largo delgado para el trópico de México”. Campo Experimental Huimanguillo. Huimanguillo, Tabasco. 27 p.
- Jiménez C., J. A. 2007. Ensayo Preliminar de Rendimiento de líneas experimentales de arroz de grano largo delgado. Informe 2007 del proyecto “Obtención de variedades de arroz de riego con grano largo delgado para el trópico de México”. Campo Experimental Huimanguillo. Huimanguillo, Tabasco. 10 p.
- Jiménez C., J. A. 2008. Ensayo de Rendimiento de líneas experimentales de arroz de grano largo delgado, bajo condiciones de temporal en Tabasco. Informe 2008 del proyecto “Desarrollo de nuevas variedades de arroz para condiciones de temporal en regiones de buen potencial en el trópico húmedo del trópico mexicano en la cuenca del Papaloapan, Tabasco y Campeche”. Campo Experimental Huimanguillo. Huimanguillo, Tabasco. 12 p.
- Jiménez C., J. A. 2009. Ensayo Regional de Rendimiento de líneas experimentales de arroz de grano largo delgado, bajo condiciones de temporal en Tabasco. Informe 2009 del proyecto “Obtención de variedades de arroz de riego con grano largo delgado para el trópico de México”. Campo Experimental Huimanguillo. Huimanguillo, Tabasco. 12 p.
- Jiménez C., J. A. 2010. Ensayo de Rendimiento de líneas experimentales de arroz de grano largo delgado, bajo condiciones de temporal en Tabasco. Informe 2010 del proyecto “Desarrollo de nuevas variedades de arroz para condiciones de temporal en regiones de buen potencial en el trópico húmedo del trópico mexicano en la cuenca del Papaloapan, Tabasco y Campeche”. Campo Experimental Huimanguillo. Huimanguillo, Tabasco. 7 p.
- Jiménez C., J. A. 2011. Ensayo Nacional de Rendimiento de líneas experimentales de arroz de grano largo delgado, en condiciones de temporal en Tabasco. Informe 2011 del proyecto “Evaluación de materiales genéticos de arroz de grano largo delgado para las regiones productoras de México”. Campo Experimental Huimanguillo. Huimanguillo, Tabasco. 9 p.
- Jiménez C., J. A., F. Mirafuentes H., E. A. Ayón R. y A. Contreras L. 1997. Comportamiento productivo de variedades y líneas experimentales de arroz en el estado de Tabasco. En: Memorias de la X Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria de Tabasco. Villahermosa, Tabasco. Pp: 79-84.
- Jiménez C., J. A., L. Hernández A., L. Tavitas F., E. N. Becerra L., E. A. Ayón R. y J. L. García A. 2012. Choca A-05: variedad de arroz de temporal para la región central del Golfo de México. Folleto técnico no. 68. Campo Experimental Huimanguillo. Huimanguillo, Tabasco. 28 p.
- Pulver E. y Rodríguez T. 2005. Seis puntos estratégicos en el manejo del arroz para una alta productividad. Desplegable informativo del programa de transferencia de tecnología. FUNDARROZ/FLAR/CFC.



- Tavitas, F. L., y Hernández A. L., 2000. Catálogo de variedades de arroz que actualmente se cultivan en México; SAGAR-INIFAP-CONACYT; C. E. Zacatepec, Publicación especial N° 24, 56p.
- Tavitas, F. L. y Hernández, A. L., 2004. Los Recursos Genéticos de Arroz y su utilización en México; SAGARPA-INIFAP; C. E. Zacatepec, Publicación especial N° 40, 41p.



## TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DEL ACOLCHADO PLÁSTICO Y MALLA-SOMBRA EN LA PRODUCCIÓN DE PIÑA MD-2, REGIÓN SUR-SURESTE DE MÉXICO

Toral J. M. A.<sup>1</sup>, Uriza A. D. E.<sup>1</sup>, Zetina L. R.<sup>2</sup>, Rebolledo M. L.<sup>2</sup>, Francisco-N. N.<sup>2</sup>, Nava P. R.<sup>3</sup>, Benavides U. J.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Sitio Experimental Papaloapan. Km 66, carretera federal Cd. Alemán-Sayula. <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Cotaxtla. Km 35. Carretera federal Veracruz-Córdoba. <sup>3</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Chetumal. <sup>4</sup>AGI DP VERACRUZ. “Servicio y Asistencia Veracruzana del Sur, S.C”. Correo electrónico: toral.marco@inifap.gob.mx

T-108

### RESUMEN

Después de mucho esfuerzo, años de investigación y actividades de transferencia, durante el ciclo agrícola 2011-2012 y con apoyo del proyecto Trópico Húmedo 2011 Piña MD-2 se ha podido demostrar de manera contundente que el acolchado plástico negro y la protección de la piña con malla-sombra plástica negra, tecnologías desarrolladas y adaptadas por el INIFAP para este cultivo en México, permiten mejorar con un alto impacto económico, social y ecológico, su rendimiento y la calidad de las cosechas. Por lo anterior, el objetivo principal consistió en transferir la tecnología del acolchado plástico y malla-sombra a productores y técnicos piñeros del sur-sureste de México, mediante cursos de capacitación y establecimiento de parcelas demostrativas con productores líderes tecnológicos. Durante este periodo se realizaron una serie de eventos de capacitación en aulas y demostración en parcelas de validación con productores cooperantes de los estados de Veracruz, Oaxaca, Tabasco y Quintana Roo. En total se realizaron seis eventos en parcelas de validación y cinco cursos dirigido a productores y técnicos especialistas en el cultivo de piña, con un total de 702 asistentes. De acuerdo con los datos proporcionados por los productores se concluye que bajo el esquema de parcela demostrativa de las principales regiones productoras de piña de Veracruz, Oaxaca, Tabasco y Quintana Roo, el uso del acolchado plástico y la malla-sombra es rentable, versátil, ecológicamente conveniente y operativamente factible en las diferentes condiciones agroecológicas evaluadas bajo la metodología de manejo propuesta por el INIFAP.

**Palabras clave:** transferencia, tecnología, validación, innovación.

### INTRODUCCIÓN

La piña ocupa el cuarto lugar en preferencia de consumo de frutas tropicales, solo detrás del banano, cítricos y mango (Rebolledo *et al.*, 1998). En México, los principales estados productores de piña son: Veracruz, Oaxaca y Tabasco. En esta actividad participan alrededor de 4,500 productores quienes a diario emplean un promedio de 11,500 personas en actividades de manejo del cultivo y otras 3,500 participan en los procesos de industrialización y comercialización (Uriza *et al.*, 2012). La producción se basa principalmente en la variedad Cayena Lisa (60 %), el híbrido MD-2 (30 %) de reciente introducción y otros materiales criollos (10 %) del grupo “Español” (Rebolledo *et al.*, 2011). El híbrido MD-2 o “Piña Miel”, es el único que presenta oportunidades reales en el nicho del mercado de exportación en fresco, de ahí el interés de los productores, empresarios y dependencias de los gobiernos estatales y federales en la expansión del cultivo con fines de incrementar la producción y oferta. Sin embargo, el mercado de exportación es muy exigente en cuanto a calidad e inocuidad de la fruta, ya que solicita: frutos pequeños a medianos (1.1 y 1.8 kg), bien formados, uniformes y atractivos en color externo, con traslucidez baja a media, sin defectos, golpes o presencia de sustancias

tóxicas, especialmente restos de agroquímicos no autorizados o permitidos que rebasen los límites máximos (Toral *et al.*, 2013a).

En el año 2005, un pequeño grupo de productores había mostrado interés en ellas e iniciado las pruebas en campo con mucho éxito, tanto, que para finales de 2010, se tenían establecidas alrededor de 40 hectáreas con acolchado y alrededor de 250 hectáreas con malla-sombra. Tan aceptadas han sido las tecnologías propuestas como respuesta a la promoción y fomento a su uso masivo que se estimó una superficie para 2012 de piña MD-2 con acolchado plástico en el sureste de México de al menos 380 hectáreas, con proyección a completar 600 hectáreas al final del año 2012, tres veces más que en 2011; mientras tanto de malla-sombra, se estimaron 1,300 hectáreas que ya brindan protección a plantaciones comerciales (acumuladas a julio de 2012), con proyección a agregar otras 300 más antes de finalizar este año, con un total de 600 ha adquiridas tan solo en 2012, casi el doble de las 354 ha compradas en 2011 (Figura 1).

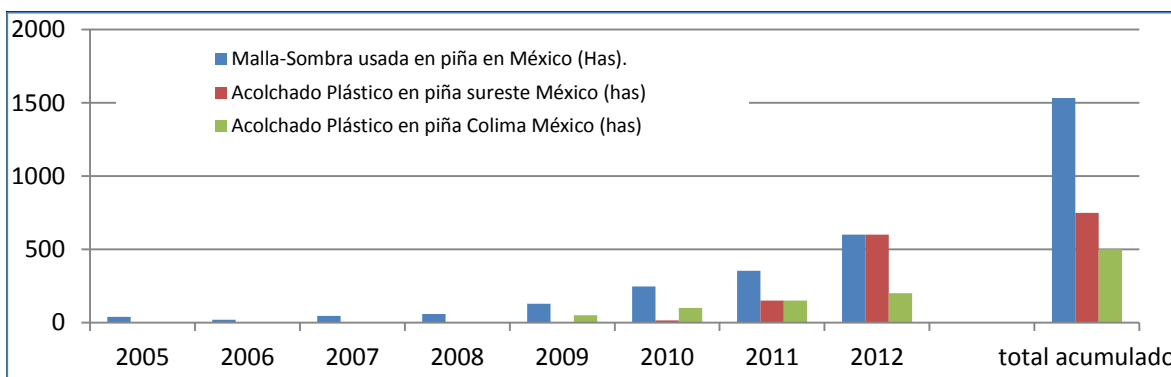


Figura 1. Superficie, en hectáreas anuales y acumuladas, de acolchado plástico y malla-sombra utilizadas en piña en México. (Fuente: Uriza *et al.*, 2012).

Actualmente los suelos piñeros de México se encuentran en continuo y acelerado proceso de degradación por erosión hídrica y acidificación. Esta problemática está asociada a eventos extremos de lluvia que ocurren frecuentemente durante el temporal o bajo riegos excesivos (principalmente por aspersión con cañón). Si consideramos que el rendimiento promedio de piña en México es de 50 ton ha<sup>-1</sup>, entonces el costo ecológico por cada kilo de fruta producido es de 3.0 kg de suelo erosionado, además de las secuelas y daños que estos sedimentos generan en el medio ambiente (Francisco *et al.*, 2013).

Otro factor preocupante es la radiación solar excesiva y pueden afectar al 100 % de los frutos por quemaduras. Aun cuando existen métodos convencionales para el “tapado del fruto”, todos consideran la protección de cada fruto de manera individual, requieren de gran cantidad de mano de obra, mucho material para el tapado y finalmente ninguno logran una efectividad total igual a la malla-sombra (Toral *et al.*, 2013b; Uriza, 2011).

Por otro lado la transferencia de tecnología puede entenderse como la traducción de la tecnología a los productores y puede durar años, décadas y generaciones; tal como sucede con las innovaciones tecnológicas “acolchado plástico y malla-sombra” agregadas al cultivo de piña (*Ananas comosus var. comosus*) en las regiones piñeras de México. Para tener éxito en los procesos de adopción de innovaciones tecnológicas, se requiere de la comunión de productores con las tecnologías y sobre todo se demanda empeño por parte de los productores-investigadores en la investigación participativa e entendimiento de la compleja estructura social y el tipo de relaciones sociales entre los mismos productores (Clark, 2006; Núñez, 2008).





Entre las ventajas del acolchado plástico está el reducir significativamente la duración del ciclo, la incidencia de floraciones naturales, la compactación y erosión del suelo, optimizar el aprovechamiento del agua de riego y temporal, proteger a las plantas y fruto de riesgos por falta de humedad; mientras que la malla-sombra brinda protección a plantas y frutos de la radiación solar, menores porcentajes de floraciones prematuras indeseables y de frutos con coronas múltiples; ambas tecnologías aumentan el rendimiento de cosecha hasta un 35 % y promueven el ahorro de agua e insumos agrícolas por su mayor eficiencia bajo este sistema de agricultura protegida (Toral *et al.*, 2013a; Uriza, 2012; Vázquez *et al.*, 2013).

Por tales motivos y como parte importante en la solución de las exigencias del mercado externo, beneficio ecológico y a favor de la economía del productor nacional, el INIFAP propuso el uso combinado del acolchado plástico y la malla-sombra plástica en el cultivo de piña. Por lo anterior, el objetivo principal consistió en transferir la tecnología del acolchado plástico y malla-sombra a productores y técnicos piñeros del sur-sureste de México, mediante cursos de capacitación y establecimiento de parcelas demostrativas con productores líderes tecnológicos.

### **Objetivo**

Transferir la tecnología del acolchado plástico y malla-sombra a productores y técnicos piñeros del sur-sureste de México, mediante cursos de capacitación y establecimiento de parcelas demostrativas con productores líderes tecnológicos.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El proyecto fundamentó sus actividades principales y colaterales en el establecimiento de una serie de 15 parcelas demostrativas en fincas de productores cooperantes, estratégicamente ubicadas en las principales estado-regiones productoras del país (4 en Veracruz, 4 en Oaxaca, 4 en Tabasco y 3 en Quintana Roo), con el fin de promover el uso de estas tecnologías.

Para garantizar el adecuado establecimiento de las parcelas con acolchado plástico y potencializar este esfuerzo con el fin de lograr el mayor número posible sitios de evaluación, se adquirieron con recursos del proyecto tres equipos AAD (Acolchadora-Acamadora-Dúplex) para la formación de las camas de siembra y la colocación mecanizada (opcional) del plástico; y también tres equipos quita plástico, para el retiro semi-mecanizado del acolchado una vez cumplida su misión y vida útil, al final de los dos o tres ciclos ininterrumpidos de cultivo. Para la instrumentación de las parcelas y en apoyo a los pequeños y medianos productores cooperantes, se adquirieron rollos de plástico agrícola negro calibre 150, de distintas dimensiones (1.2 x 915 m y 2.6 x 915 m) para su colocación mecanizada o manual (6 x 300 m), según preferencias del usuario final. Se debe resaltar que todos los productores y empresas cooperantes que participaron en el proyecto manifestaron su compromiso de recolectar los restos de estos plásticos y enviarlos a sitios especializados para su reciclado o destrucción ecológica. Se adquirieron unidades de malla-sombra 50 % tipo Rashel (de 16.5 x 25 m, con costura periférica y ojillos de aluminio), para establecer las parcelas demostrativas y fomentar el uso en campo.

Para poder cumplir satisfactoriamente la transferencia de tecnología, se identificaron e hicieron contactos con diferentes instancias que apoyaron y fortalecieron las actividades programadas, principalmente en la identificación de productores cooperantes, establecimiento y seguimiento de las parcelas demostrativas, organización y promoción de eventos demostrativos, y capacitación sobre las tecnologías de interés. Se incluyeron a los principales usuarios actuales y potenciales de las tecnologías (productores y empresas exportadoras de fruta), así como agencias promotoras, como lo son los despachos técnicos y las agencias de gestión e innovación



tecnológicas. También se buscó el apoyo de dependencias federales y estatales e instituciones como FIRA.

Las siguientes son las principales y más reconocidas organizaciones con las cuales el INIFAP estableció y fortaleció relación, para los fines del proyecto y otros de interés común. Debe resaltarse que sus miembros pueden ser sujetos elegibles para los diferentes programas de apoyo que el gobierno federal y los estatales tienen instrumentados para el cultivo. Las organizaciones son:

- Comité Sistema-Producto Piña de México AC
- Comité Veracruzano Sistema-Producto Piña AC
- Consejo Veracruzano de Productores de Piña AC
- Consejo Estatal de Productores de Piña de Oaxaca AC
- USPR “Piñeros Oaxaqueños”
- AGI VERACRUZ. “Servicio y Asistencia Veracruzana del Sur, S.C”.
- AGI TABASCO. “Estudios de Mercado, Proyectos y Recursos Empresariales a Sociedades Agroindustriales S.C.
- Consejo Estatal de Productores de Piña de Tabasco AC
- Consejo Estatal de Productores de Piña de Q. Roo AC
- Consejo Estatal de Productores de Piña de Nayarit AC
- Asociación Mexicana de Exportadores de Piña (AMEP)
- Productores de piña en proceso de organización de Jalisco y Colima.

Si bien durante la gestión para el establecimiento de las parcelas de validación y durante los eventos de capacitación y demostrativos se hizo principal énfasis en el adecuado uso, manejo y beneficios agronómicos, agroecológicos y económicos-financieros que otorgan el acolchado plástico y la malla-sombra en el cultivo, plantas y frutas de piña MD-2, también se hizo lo posible por promover otras tecnologías asociadas, como el encalado dolomítico (Zetina *et al.*, 2002), siembra de *Crotalaria juncea* como abono verde y riego, con énfasis en el de tipo goteo (Rebolledo *et al.*, 2011). Sin excepción, todas lograron un gran y significativo impacto entre todos los productores de los tres niveles atendidos (pequeños, medianos y grandes) que tuvieron relación, directa o indirecta con este proceso de transferencia. La intención de ello fue que productores y técnicos cooperantes, comprendieran que para mejores resultados, las tecnologías y demás acciones complementarias deben aplicarse de manera integrada.

Para facilitar la difusión y comprensión de las tecnología propuestas y su integración durante el ciclo del cultivo, se estructuró el “Paquete Tecnológico Básico para piña MD-2”, que tiene como base el uso del acolchado plástico del suelo y la protección de la piña con malla-sombra plástica, e incluye los otros componentes novedosos a integrar.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para su mejor descripción y análisis de resultados, las actividades de capacitación en salón y demostración en campo de las tecnologías de acolchado plástico y malla-sombra en piña MD-2 y de las complementarias, se presentan por estado y evento, con detalles sobre tema, lugar, asistentes y demás (Cuadro 1).

El estado de Veracruz es el principal productor de piña (Rebolledo *et al.*, 2008). Resultó de mucha importancia la asistencia de los técnicos, ya que representaron en gran parte a las grandes empresas exportadoras de piña del país y a los productores medianos y grandes que



proveen de fruta a ellas. Sin duda y como lo demuestran las estadísticas, son este tipo de productores los que mayor necesidad tienen de adoptar tecnologías que les permitan reducir el uso de agroquímicos y depender menos de la mano de obra.

Oaxaca es el segundo productor de piña, sin embargo la cantidad de hectáreas del clon MD-2 es aún restringida. En dicho estado se realizaron solo dos eventos, pero de mucha importancia local, que implicaron 10 horas totales de capacitación, donde 6 horas correspondieron al “Curso-Taller” y cuatro horas a la “Demostraciones de Campo”. Participaron un total de 95 asistentes, de los cuales 60 fueron productores, 25 técnicos y 10 estudiantes. La organización y promoción estuvo a cargo de la USPR “Piñeros Oaxaqueños” en coordinación con el Comité Estatal de Productores de Piña de Oaxaca AC, el COVERPIÑA, la AGI-Veracruz y el INIFAP. Aquí también resultó de mucha importancia la asistencia de los técnicos, ya que varios fueron representando a las más grandes empresas y productores de piña de ese estado; el resto, de alguna manera también asesora a productores medianos y grandes que proveen de fruta a empresas locales o incluso a las establecidas en la parte veracruzana de la Cuenca del Papaloapan.

Tabasco es el tercer productor de piña, sin embargo, ha logrado mayores avances en el mercado de exportación que Oaxaca (Rebolledo *et al.*, 2011). Aquí se encuentra establecida y operando desde 2010 una de las más eficientes empresas exportadoras de piña MD-2 de México, con amplias posibilidades de crecer ya sea por auto-abasto o mediante el desarrollo de proveedores locales, pues los terrenos disponibles son abundantes y con excelente acceso a las principales vías de comunicación estatales. Los productores organizados en el Sistema-Producto Piña han logrado apoyos y emprendido acciones con fines de una reconversión varietal, sin descuidar la superficie de Cayena Lisa para el mercado nacional y de la criolla “Cabezona” de alta demanda regional. Como aún MD-2 no está disponible para todos los productores potenciales a ingresar a surtir de fruta de piña para el mercado de exportación, parte de los objetivos y metas del proyecto en la región piñera de Huimanguillo, fue tratar de inducirlos a su adopción y al cambio tecnológico, que incluye las tecnologías propuestas.

Con el decidido apoyo del Consejo Estatal de Productores de Piña de Tabasco AC, de la AGI-Piña Tabasco (Empresa SC) y del INIFAP-CE Huimanguillo, se realizaron dos eventos formales que implicaron 10 horas totales de capacitación, donde seis horas correspondieron al “Curso-Taller” y cuatro horas a la “Demostración de Campo”. Participaron un total de 108 asistentes, de los cuales 78 fueron productores, 14 técnicos, 12 estudiantes, tres comercializadores y un industrial. Resultó de mucha importancia la asistencia de productores de las tres variedades o clones cultivados en esa región piñera, ya que representaron un gran potencial de convertirse en proveedores de fruta a las grandes empresas exportadoras de piña de Tabasco y su vecino Veracruz. En la zona de la Chontalpa se reportan alrededor de 600 productores pequeños y medianos, además de cuatro o cinco grandes, del tipo empresarial. Sin duda son este último tipo de productores los que ahora mismo, mayor necesidad tienen de adoptar tecnologías que les permitan reducir el uso de agroquímicos y depender menos de la mano de obra local, tan escasa en esa región.

Las actividades de transferencia de tecnología en el estado de Quintana Roo se concretaron a dos “Demostraciones de Campo”: una como invitados y organizada por el Consejo Estatal de Productores de Piña de Quintana Roo A.C. en el municipio de Bacalar; y otra oficial, en el ejido Chunhuhub, municipio de Carrillo Puerto, a la cual asistieron un total de 112 personas (Cuadro 1).



**Cuadro 1. Eventos de capacitación y demostración de campo sobre las tecnologías de acolchado plástico y malla-sombra en piña MD-2, realizada en el ciclo agrícola 2011-2012.**

No.	Fecha	Tipo de Evento	Nombre del evento	Lugar del evento	Municipio	Estado	Horas	No. de asistentes						
								Productor	Técnico	Académico/ Investigador	Estudiante	Comercio	Industrial	Total
1	30/08/2011	Demostración de campo	Producción de piña MD2 con un enfoque transicional - PARTE II	Finca San Miguel	Isla	Veracruz	3	8	40	0	3	2	2	55
2	03/12/2011	Curso-Taller	Usos y ventajas del acolchado plástico y malla-sombra en el cultivo de piña	Ejido La Víbora	Tlaxiucoyan	Veracruz	6	17	4	0	0	0	0	21
3	01/03/2012	Demostración de campo	Integración de tecnologías: encalado, acolchado plástico, malla-sombra y riego por goteo en el cultivo de piña MD-2	Sitio Experimental Papaloapan	Isla	Veracruz	6	12	13	0	2	8	0	35
4	14/06/2012	Demostración de campo	Validación del uso del acolchado plástico y malla-sombra en la producción de piña MD-2 para el mercado de exportación	Ejido Chunhuhub	Felipe Carrillo Puerto	Quintana Roo	6	50	0	0	62	0	0	112
5	11/07/2012	Curso-Taller	Paquete tecnológico para la producción de piña MD-2 para el mercado fresco de exportación: acolchado plástico y malla-sombra en ciclo plantilla	ESF- Isla	Isla	Veracruz	8	45	19	0	4	0	2	70
6	12/07/2012	Curso-Taller	Paquete tecnológico para la producción de piña MD-2 para el mercado fresco de exportación: acolchado plástico y malla-sombra en ciclo soca y resoca	ESF- Isla	Isla	Veracruz	8	47	14	0	7	2	0	70
7	13/07/2012	Demostración de campo	Manejo y beneficios del acolchado plástico y malla-sombra en el cultivo de piña MD-2 ( <i>Ananas comosus</i> )	Finca La Torre / El Riego	Isla	Veracruz	7	106	21	0	7	1	1	136
8	18/07/2012	Curso-Taller	Paquete tecnológico para la producción de piña MD-2 para el mercado fresco de exportación: acolchado plástico y malla-sombra como innovaciones tecnológicas	CETIS- Loma Bonita	Loma Bonita	Oaxaca	6	29	9	0	3	0	0	41
9	19/07/2012	Demostración de campo	Manejo y beneficios del acolchado plástico y malla-sombra en el cultivo de piña MD-2 ( <i>Ananas comosus</i> )	Rancho "El Principio"	Loma Bonita	Oaxaca	4	31	16	0	7	0	0	54
10	24/07/2012	Curso-Taller	Paquete tecnológico para la producción de piña MD-2 para el mercado fresco de exportación: acolchado plástico y malla-sombra como innovaciones tecnológicas	Casa Ejidal Tecominocán	Huimanguillo	Tabasco	6	45	9	0	10	3	1	68
11	25/07/2012	Demostración de campo	Manejo y beneficios del acolchado plástico y malla-sombra en el cultivo de piña MD-2 ( <i>Ananas comosus</i> )	Ejido La Esperanza	Huimanguillo	Tabasco	4	33	5	0	2	0	0	40
totales							64	423	150	0	107	16	6	702



## CONCLUSIONES

Las actividades de transferencias de la tecnología se demostraron en condiciones de campo bajo el esquema de parcelas demostrativas con productores cooperantes de las principales regiones productoras de piña de Veracruz, Oaxaca, Tabasco y Quintana Roo, que el uso del acolchado plástico y la malla-sombra es rentable, versátil, ecológicamente conveniente y operativamente factible en las diferentes condiciones agroecológicas evaluadas y bajo la metodología de manejo propuesta por el INIFAP.

El “Paquete Tecnológico Básico para piña MD-2”, que permite el manejo integrado de las tecnologías propuestas, fue presentado en cada uno de los eventos de capacitación a productores y técnicos, y permitió dar un bosquejo de todas aquellas actividades y prácticas correctas requeridas para garantizar excelentes cosechas, con base a insumos estrictamente necesarios y que tienen autorización oficial de uso en piña, tanto en México como en los países importadores.

## LITERATURA CITADA

- Clark L. 2006. Manual para el Mapeo de Redes como una Herramienta de Diagnóstico. Centro Internacional de Agricultura Tropical. La Paz, Bolivia. pp. 1-31.
- Francisco N. N., D. Uriza A., R. Zetina L., M. Toral J., A. Rebolledo M. 2013. Acolchado plástico como práctica para reducir la erosión hídrica en Cambisoles cultivados con piña *Ananas comosus* var. *comosus* en México. p. 148-158. In: Barrón, A.M. (Comps) Memoria II Simposium Internacional en Producción Agroalimentaria y XXV Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Tabasco 2013. Editorial INIFAP-CIR Golfo Centro.
- Núñez E. J. F. 2008. Exploración en la modelización de redes sociales de comunicación para el desarrollo rural en zonas marginadas de Latinoamérica. Estudios de caso: Red Nacional de Desarrollo Rural Sustentable (RENDRUS) y Red Iniciativa de Nutrición Humana. Doctoral Thesis. Unversitat Politècnica de Catalunya. Barcelona, España. 559 p.
- Rebolledo M. A., D. E. Uriza A., A. L. Del Ángel P., L. Rebolledo M., R. Zetina L. 2011. La piña y su cultivo en México: Cayena Lisa y MD-2. INIFAP-CIRGOC. Campo Experimental Cotaxtla. Libro técnico Núm. 27. 306 p.
- Rebolledo M. A., D. E. Uriza A., L. Rebolledo M. 1998. Tecnología para la producción de piña en México. INIFAP-CIRGOC. Campo Experimental Papaloapan. Folleto Técnico Núm. 20. Veracruz, México. 159 p.
- Toral J. M. A., D. E. Uriza A., J. López C. 2013a. Acolchado plástico y malla sombra: Innovaciones tecnológicas en la producción de piña MD-2 (*Ananas comosus* var. *Comosus*) para el mercado de exportación. Rev. Agroentorno. (147):15-18.
- Toral J. M., D. Uriza A., J. Toral J., J. Nataren V. 2013b. Rentabilidad de tres sistemas de producción de piña MD-2 (*Ananas comosus* var. *comosus*) en la cuenca baja del Papaloapan, México. In memoria X encuentro participación de la mujer en la ciencia. Centro de Investigaciones en Óptica. León, Guanajuato, México. pp. 1-4.
- Uriza A. D. E. 2011. Paquete Tecnológico Piña MD2 (*Ananas comosus* var. *Comosus*). Establecimiento y mantenimiento. Programa estratégico para el desarrollo rural sustentable de la Región Sur-Sureste de México: Trópico húmedo 2011. INIFAP. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Cotaxtla. Sitio Experimental Papaloapan. Isla, Ver. México. 14 p.
- Uriza A. D., R. Zetina L., A. Rebolledo M., L. Rebolledo M., N. Francisco N., M. Vázquez H., M. Toral J. y R. Nava P. 2012. Validación del uso del Acolchado Plástico y Malla-Sombra en la producción de piña MD2 (*Ananas comosus* var. *comosus*) para el mercado de



- exportación en zonas con potencial productivo en el Sur-SE de México. Informe final del proyecto FIRCO. INIFAP-CIRGOC, Veracruz, México.
- Vázquez H. M. V., L. Rebolledo M., D. Uriza A. 2013. Efecto de dos sistemas de protección del fruto en la calidad y vida de anaquel de piña MD2 en Veracruz, México. p. 562-568. In (comps) Barrón, A. M. *et al.* Memoria II Simposium Internacional en Producción Agroalimentaria y XXV Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Tabasco 2013. Editorial INIFAP-CIR Golfo Centro.
- Zetina L., R., L. Pastrana A., J. Romero M. y J. A. Jiménez CH. 2002. Manejo de suelos ácidos para la región tropical húmeda de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Papaloapan. (Libro Técnico Núm. 10). Veracruz, México. 169p.



## EVALUACION DE SIETE GENOTIPOS DE FRIJOL EN OTOÑO-INVIERNO EN HUIMANGUILLO, TABASCO

Barrón Freyre S<sup>1\*</sup>, Ugalde Acosta F. J<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Campo Exp. Huimanguillo, INIFAP, <sup>2</sup>Campo Exp. Cotaxtla, INIFAP

T-38

### RESUMEN

Un problema fundamental en el mejoramiento de plantas es la relación entre el ambiente de selección y el ambiente de destino. Una selección directa en el ambiente de destino siempre es más efectiva porque la planta tiene una respuesta diferencial al ambiente y condiciones bajo la cual se desarrolla, así por ejemplo Rodríguez et al., 2009, al evaluar genotipos de frijol observaron que los días a floración y a madurez se adelantan al sembrar en condiciones de temporal respecto a las de riego. La búsqueda de variedades más productivas, que hagan más rentable al cultivo son algunos de los objetivos que se buscan al evaluar material genético. Por ello y para evaluar las características agronómicas de genotipos de frijol bajo condiciones de temporal en el ciclo otoño-invierno 2012/13 en Huimanguillo, Tabasco, se estableció un ensayo con las variedades de frijol Negro INIFAP, Negro Tropical, Negro Veracruz, UCR-55, Garceño, ELS 15-55 y el testigo regional Negro Jamapa; se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones sembrándose el 24 de diciembre en surcos separados a 80 cm, depositando a chorrillo 20 semillas por metro lineal, para obtener una densidad de 250,000 plantas ha<sup>-1</sup>; se fertilizó con el tratamiento 60-60-30 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O respectivamente. Las variables de respuesta fueron días a inicio y final floración, días a madurez, rendimiento de grano al 14 % de humedad, reacción a las enfermedades como la roya (*Uromyces appendiculatus*), mancha angular (*Phaseoisariopsis griseola*) y Virosis, tipo de planta y color de vaina a madurez. La presencia de enfermedades se evaluó mediante el sistema estándar para la evaluación del germoplasma de frijol, que utiliza la escala de 1 a 9. Los resultados indican que las variedades Negro INIFAP, Negro Veracruz, Negro Tropical y Garceño son opciones comerciales adecuadas para su siembra en condiciones de temporal en la región de la Chontalpa, Tabasco pues en promedio producen 1913 kg ha<sup>-1</sup>, y superan al Negro Jamapa en 15.3 % y que la diferencia entre el Negro Jamapa y el resto de variedades mejoradas representa un 13 % a favor de éstas y de 1380.2 kg ha<sup>-1</sup>, respecto a la media de producción Estatal.

**Palabras clave:** Frijol, variedades, comportamiento agronómico

### INTRODUCCION

El frijol es cultivado en todo el estado de Tabasco, en una superficie de 5,035 ha (SIAP-SAGARPA, 2011) y un rendimiento de 0.530 t ha<sup>-1</sup>; esta baja productividad es debido al nulo uso de variedades mejoradas con tolerancia a factores bióticos (enfermedades) y abióticos (suelos ácidos de baja fertilidad).

La mayoría de los productores son de autoconsumo y para sembrar recurren al uso de grano tipo Michigan, Herrera (2005) obtenido de las tiendas y mercados o por intercambio entre productores. El ciclo de otoño-invierno es donde se establece el 100 % de la superficie y los municipios que sobresalieron en el año agrícola 2011 son: Tacotalpa (1,005 ha), Balancán (987ha), Tenosique (771 ha) y Huimanguillo con 430 ha, (INEGI, 2012).

En Tabasco el abasto de frijol históricamente ha sido deficitaria, ya que en base a consumo per cápita de 11 kg y a la población actual de 2'238,603 habitantes INEGI (2010), se requieren 24,624 toneladas anuales y sólo se produce el 10.8 % de los requerimientos. Es evidente la necesidad de incrementar la superficie y mejorar la productividad vía uso de semillas mejoradas para



contribuir al abasto estatal.

Estudios de potencial productivo de frijol en Tabasco, indican que existen 268,272 hectáreas de alto potencial en otoño-invierno, con un rendimiento potencial de 3.2 t ha<sup>-1</sup>, Aceves et al. (2008) y Vidal (2005) en la región de la Chontalpa reporta 2.8 t ha<sup>-1</sup>. A nivel experimental en suelos fluvisoles en el estado de Tabasco, Barrón (1995) reporta rendimientos de 1,279 t ha<sup>-1</sup> con la variedad Negro Cotaxtla y Ugalde *et al.* (2011) con Negro Tropical un rendimiento de 1,513 kg ha<sup>-1</sup> superior en 141 % y 185 % al rendimiento Estatal respectivamente.

Un problema fundamental en el mejoramiento de plantas es la relación entre el ambiente de selección y el ambiente de destino. Una selección directa en el ambiente de destino siempre es más efectiva porque la planta tiene una respuesta diferencial al ambiente y condiciones bajo la cual se desarrolla, así por ejemplo Rodríguez et al., 2009, al evaluar genotipos de frijol observaron que los días a floración y a madurez se adelantan al sembrar en condiciones de temporal respecto a las de riego.

La búsqueda de variedades más productivas, que hagan más rentable al cultivo, la resistencia a las enfermedades, el hábito y los ciclos vegetativos que se adaptan a los diferentes sistemas para cada zona, la tolerancia a condiciones adversas del suelo, la resistencia a plagas tanto en su estado de planta como a los granos almacenados y las características comerciales de la semilla son algunos de los objetivos que se buscan al evaluar material genético en alguna región.

### **Objetivo**

Evaluar las características agronómicas de seis genotipos de frijol bajo condiciones de temporal en el ciclo otoño-invierno en Huimanguillo, Tabasco.

### **MATERIALES Y METODOS**

El ensayo se estableció en el Campo Experimental Huimanguillo del INIFAP ubicado en la región de "La Chontalpa" coordenadas 17° 51' 4.52" de latitud norte y 93° 23' 46.96" de longitud oeste y una altitud de 20 msnm. Sitio agroecológicamente representativo de la región, con clima tropical, temperatura media anual de 26.5 °C, suelo Fluvisol de textura franco-arenosa, con pH neutro y pobre en materia orgánica y nitrógeno aprovechable, así como en fósforo y potasio.

Los genotipos de frijol que se evaluaron en el ciclo otoño-invierno 2012/13 bajo condiciones de temporal fueron Negro INIFAP, Negro Tropical, Negro Veracruz, UCR-55, Garceño, ELS 15-55 y el testigo regional Negro Jamapa, todos de crecimiento indeterminado, tipo II, plantas arbustivas y erectas; se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones en parcelas de cuatro surcos de 5 m, utilizando los dos surcos centrales como parcela útil.

El establecimiento fue el 24 de diciembre en surcos separados a 80 cm, depositando a chorrillo 20 semillas por metro lineal, para obtener una densidad de 250,000 plantas ha<sup>-1</sup>. El manejo agronómico consistió en fertilizar a seis días de la siembra con el tratamiento 60-60-30 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O respectivamente; no se aplicó fungicidas a ninguna de las variedades. Para el control de malezas solo fue necesario la preparación oportuna del suelo con chapeo, y tres pasos de rastra complementándose con un aporque manual a 21 días de la siembra; las plagas del follaje, se controlaron con la aplicación del insecticida piretroide Cipermetrina a los 7, 19, 25 y 34 días de establecido.

Las variables de respuesta medidas fueron días a inicio y final floración, días a madurez, rendimiento de grano al 14 % de humedad, reacción a las enfermedades como la roya (*Uromyces appendiculatus*), mancha angular (*Phaseoisariopsis griseola*) y virosis, tipo de planta y color de



vaina a madurez. La presencia de enfermedades se evaluó mediante el sistema estándar para la evaluación del germoplasma de frijol, que utiliza la escala de 1 a 9, cuyos valores son: 1 a 3 = resistente, 4 a 6 = intermedia y 7 a 9 = susceptible,

El análisis de varianza y la prueba de medias de Dunette a una  $P = 0.95$  se realizó a las cuatro primeras variables. En el ciclo y dadas las condiciones de precipitación y distribución se cuantificó la precipitación diaria y los días con lluvia, durante el tiempo de prueba agrupándose en períodos decenales.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La lluvia presente de la siembra a la cosecha fue de 282 mm, la distribución se puede observar en la figura 1, en ella se aprecia que en los primeros 40 días se precipitaron 264.5 mm que representa el 87 % del total, lo que en promedio representa 6.6 mm diarios, lo que indica que las necesidades hídricas del frijol se cumplieron adecuadamente, incluso entre los 11 y 20 días se acumularon 141 mm mismos que se consideran no afectaron negativamente la etapa vegetativa del cultivo, puesto que la textura y drenaje del sitio evitó encharcamientos mayores a 12 horas.

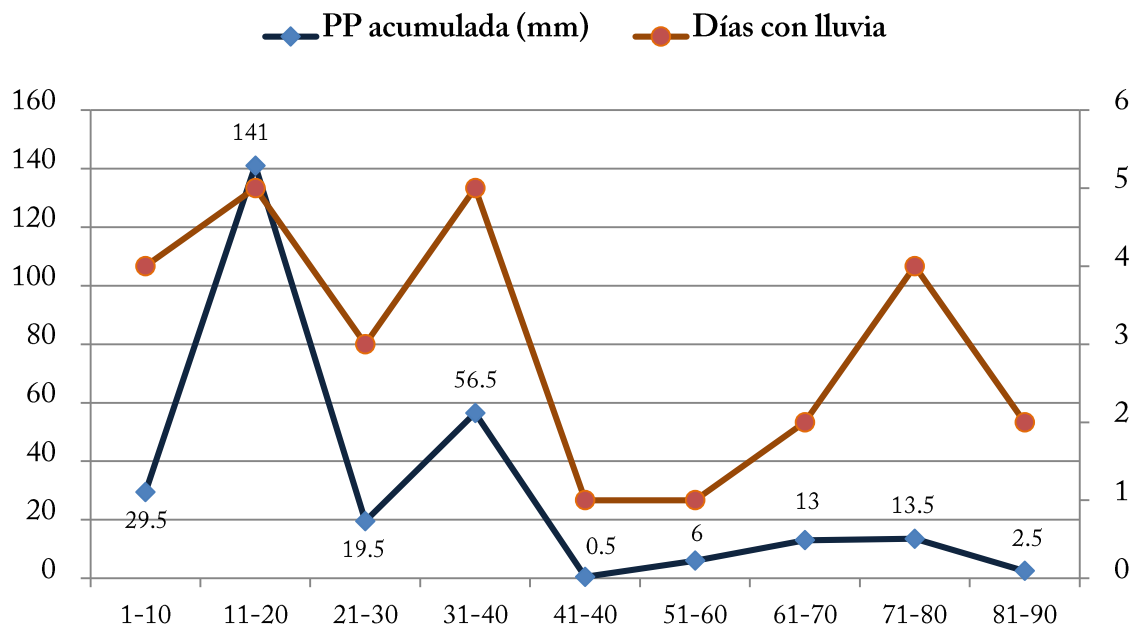


Figura 1: Precipitación y Días con Lluvia en Períodos Decenales. Ciclo O-I 2012/13. Campo Experimental Huimanguillo. CEHUI. CIRGOC. INIFAP.

Durante la fase reproductiva la precipitación no dañó la floración ni el llenado de grano, pero las lluvias presentes de los 70 a 90 días dañaron parcialmente la calidad del grano, sin que esto representara un problema para la cuantificación del rendimiento de grano. Durante el período de prueba se registraron 27 días con lluvia de los cuales 17 fueron en los primeros 40 días.

Los resultados del análisis de varianza, Cuadro 1, indican que en las variables días a inicio, final y a madurez fisiológica existen diferencias altamente significativas, lo que corrobora que en al menos dos genotipos existe un comportamiento diferente, para el caso del rendimiento de grano la diferencia solo se detecta a partir de una  $P > F$  de 0.073, lo que implica que la producción de



las variedades tiene un comportamiento similar bajo las condiciones en las que se desarrolló la prueba.

Por otra parte los coeficientes de variación fluctuaron entre 1.16 % y 10.58 %, corroborando que las diferencias existentes o no, se deben al comportamiento propio de los genotipos y no a errores experimentales. Las medias en días a inicio y final de floración y a madurez son similares a las determinadas en parcelas establecidas en el ciclo homólogo anterior, donde se probaron seis de los siete genotipos evaluados en el presente ciclo; la media de rendimiento actual es superior en 346 kg ha<sup>-1</sup> a la obtenida en el ciclo 2011/12.

Cuadro 1. Análisis de Varianza a Variables de Respuesta en la Evaluación de Genotipos de Frijol en el Ciclo Otoño-Invierno 2012/13 en Huimanguillo, Tabasco. CEHUI. CIRGOC. INIFAP

VARIABLE	C.M.E.	MEDIA	C. V. (%)	P > F
Días a inicio de la floración	0.3691	40.7	1.49	0.001
Días a final de la floración	1.4961	58.4	2.09	0.002
Días a madurez fisiológica	0.7194	73.1	1.16	0.000
Rendimiento de grano (kg/ha)	39331.1094	1898.2	10.58	0.073

CME = Cuadrado medio del error

La floración dio inicio en la variedad Garceño a los 39.3 días, para continuar con UCR-55 (40.5 días); el Negro INIFAP, Negro Tropical y Negro Veracruz iniciaron la floración a los 41.5 días, es decir 2.2 días después que el Garceño, lo cual los hace diferentes estadísticamente, sin embargo el testigo Negro Jamapa, solo mostro diferencia estadística con el Garceño (Cuadro 2), al compararlo mediante la prueba de medias de Dunette.

La variedad que presentó el mayor número de días a final de la floración fue el Negro Jamapa (60.8 días), y los de menor valor: Negro Veracruz (57 días), Garceño (57.3 días) y UCR-55 (57.8 días), éstos tres con diferencia estadística respecto al testigo; en promedio el final de la floración ocurrió a los 58.4 días.

Por otra parte la madurez fisiológica promedio es de 73.1 días, destacando por su precocidad el Negro INIFAP (70.5 días) y el Garceño (70.3 días); el Negro ELS-15-55 fue el más tardío con 76.3 días a madurez; solo el Negro INIFAP, Negro Veracruz y Garceño por la prueba de medias, son estadísticamente diferentes al testigo Jamapa.

Al analizar los períodos de tiempo transcurridos desde el inicio al final de la floración, se pudo observar que en promedio transcurren 18 días y que las variedades con mayor período son Negro Jamapa y ELS-15-55 con 20 días y que el Negro Veracruz solo requirió de 16 días para cumplir con dicha etapa fisiológica. Para el lapso del final de floración a madurez en promedio transcurren 15 días, siendo el Negro INIFAP el que menos tiempo mostró (12 días) seguido de Garceño con 13 días; por su parte el tiempo promedio entre el inicio de la floración y la madurez fue de 32 días, y la variedad ELS-15-55 con 36 días fue la que mayor tiempo mostró, por lo que del material genético evaluado es la más tardía respecto al Negro INIFAP que resultó ser el más precoz.

Sin duda, al evaluar el material genético la variable más importante es el rendimiento de grano, mismo que fue máximo en la variedad Garceño con 2094 kg ha<sup>-1</sup>, y que por la prueba de medias muestra diferencia estadística con el testigo Negro Jamapa (1659.5 kg ha<sup>-1</sup>), pero es igual al resto de variedades; el segundo mejor rendimiento lo alcanzó el Negro Tropical con 1989.8 kg

ha<sup>-1</sup>. La diferencia entre el testigo y el resto de variedades mejoradas en promedio es de 250.7 kg ha<sup>-1</sup>, lo que representa un 13 % a favor de éstas y de 1380.2 kg ha<sup>-1</sup>, respecto a la media de producción Estatal.

Cuadro 2. Características Agronómicas de Genotipos de Frijol Evaluados en el Ciclo Otoño-Invierno 2012/13 en Huimanguillo, Tabasco. CEHUI. CIRGOC. INIFAP

GENOTIPO	DIAS			REND. (kg/ha)
	Inicio de flor	Final de flor	Madurez	
N. INIFAP	41.5	58.3	70.5*	1702.5
N. Tropical	41.5	58.5	73.0	1989.8
N. Veracruz	41.5	57.0*	72.5*	1865.8
UCR-55	40.5	57.8*	73.3	1920.0
Jamapa (T)	41.0	60.8	74.8	1659.5
ELS-15-55	40.8	60.3	76.3	1889.3
Garceño	39.3*	57.3*	70.3*	2094.0*
Dunette (P=0.95)	1.3	2.5	1.8	409.5

\* = Diferencia estadística respecto al testigo Jamapa

Al evaluar la incidencia de enfermedades con la escala 1 a 9 (Cuadro 3), se determinó que el grado de resistencia a la Roya fue excelente en las variedades Negro INIFAP, Negro Veracruz, UCR-55 y Jamapa, materiales como Garceño y Negro tropical con 1.8 presentan un grado de resistencia menor a las anteriores sin convertirse en problema para el logro de buenos rendimientos dado que su incidencia mayor coincidió con la etapa final de la prueba.

Cuadro 3. Características Agronómicas de Genotipos de Frijol Evaluados en el Ciclo Otoño-invierno 2012/13 en Huimanguillo, Tabasco. CEHUI. CIRGOC. INIFAP.

Genotipo	Calificación			Hábito de Crecimiento	Color de Vaina en Madurez
	Roya	Mancha Angular	Virosis		
N. INIFAP	1.0	1.8	1.0	Tipo II	Morada
N. Tropical	1.8	2.0	1.0	Tipo II	Amarilla
N. Veracruz	1.0	2.3	1.0	Tipo II	Morada
UCR-55	1.0	2.0	1.5	Tipo II	Amarilla
Jamapa	1.0	2.0	2.0	Tipo II	Amarilla
ELS-15-55	1.5	2.3	1.3	Tipo II	Amarilla
Garceño	1.8	2.5	1.0	Tipo II	Amarilla
Media	1.3	2.2	1.2	-	-

La Mancha Angular tuvo una presencia mayor, pues las calificaciones asignadas se acercan en casos como el Garceño (2.5) aun nivel intermedio de resistencia, el Negro INIFAP resultó con el mayor nivel de resistencia a este patógeno (1.8); en el caso de la Virosis el testigo Negro Jamapa fue el de menor resistencia, hecho que ya se ha observado en pruebas anteriores en la misma región. Genotipos como Negro INIFAP, Negro Tropical, Negro Veracruz y Garceño no presentaron daños visuales por esta causa.

El hábito de crecimiento en todos los casos es Tipo II tal y como se tenían caracterizadas a las variedades lo cual es propio para las condiciones de las áreas productoras de Tabasco; en cuanto al color de vaina a la madurez fisiológica solo el Negro INIFAP y el Negro Veracruz presentan un



color morado, el resto amarillo, lo que también no afecta las preferencias de los productores, ya que sus criollos regionales así la presentan.

### CONCLUSIONES

Las variedades de frijol Negro INIFAP, Negro Veracruz, Negro Tropical y Garceño son opciones comerciales adecuadas para su siembra en condiciones de temporal en el otoño-invierno en la región de la Chontalpa, Tabasco pues en promedio producen 1913 kg ha<sup>-1</sup>, y superan al Negro Jamapa en 15.3 %.

La diferencia en rendimiento de grano entre el testigo y el resto de variedades mejoradas fue en promedio 250.7 kg ha<sup>-1</sup>, lo que representa un 13 % a favor de éstas y de 1380.2 kg ha<sup>-1</sup>, respecto a la media de producción de Tabasco para el año agrícola 2011.

### LITERATURA CITADA

- Aceves, N. L. A., Juárez, L. J. F., Palma, L. D. J., López, L. R., Rivera, H. B., Rincón, R. J. A., Morales, C. R., Hernández, A. R. y Martínez, S. A. 2008. Estudio para determinar zonas de alta potencialidad del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el estado de Tabasco. Secretaria de desarrollo agropecuario forestal y pesquero del Gobierno del estado de Tabasco. Tomo IV. Tabasco, México. 37 p.
- Barrón, F.S. 1995. Validación de tecnología para el cultivo de frijol. XI Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria de Tabasco. Villahermosa Tabasco. pp. 65-71.
- Herrera, H. G. 2005. Comparación de las características de calidad de frijol negro nacional e importado. Tesis de Lic. Instituto Tecnológico de Celaya. Celaya, Guanajuato 60 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censo 2010. Información en línea <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadística/catalogosclaves.aspx> [consultado el 13 de agosto de 2012].
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2012. Anuario Estadístico de Tabasco. Sección Agricultura. México, D. F.
- Rodríguez, O., Chaveco, O., Ortiz, R., Ponce, M., Ríos, H., Miranda, S., Días, o., Portelles, Y., Torres, R. y Cedeño, L. 2009. Evaluación del comportamiento de líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) resistentes a la sequía, en condiciones de riego y sin riego, e incidencia de enfermedades. Temas de Ciencia y Tecnología 13(39):19-30.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2011. Anuarios estadísticos de la producción agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). México, D. F. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx> [consultado el 13 de agosto de 2012].
- Ugalde, A. F. J., Tosquy, V. O. H., López, S. E., Barrón, F. S., Morales, R. A., Romero, M. J., Rodríguez, E. E., Luna, G. E., Ixmatlahua R. C. A., Rivera, S. J. L. y Díaz, M. P. 2011. Respuesta productiva de la variedad de frijol Negro tropical en los estados de Veracruz y Tabasco, México In: Memoria de la LVI Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales. PCCMCA. San Salvador.
- Vidal, B.A. 2005. Caracterización de diversidad morfológica y molecular de cultivares criollos y mejorados de frijol común del trópico húmedo. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados Campus Tabasco. México. 102p.



## PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE JITOMATE (*Lycopersicon esculentum*) MEDIANTE EL USO DE CEPAS MICROBIANAS EN INVERNADERO

Durán P. A.<sup>1\*</sup>, Vásquez Hdez. A.<sup>1</sup>, Meneses M. I.<sup>1</sup>, Zetina L. R.<sup>1</sup>, Aguado S. G. A.<sup>2</sup> y Moreno G. B.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INIFAP. Campo Experimental Cotaxtla-INIFAP. Km. 34.5 Carretera Fed. Veracruz-Córdoba, Medellín de Bravo, Ver., México. <sup>2</sup>INIFAP. Campo Experimental Bajío-INIFAP. Km 6 Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Gto., Méx. Contacto: \*durán.arturo@inifap.gob.mx

T-44

### RESUMEN

El trabajo se desarrolló en el Campo Experimental Cotaxtla del INIFAP, durante los meses de octubre de 2011 a febrero de 2012. Los objetivos del trabajo fueron reducir la fertilización química en al menos un 50 %, complementándose con la inoculación a la semilla a base de cepas microbianas sobresalientes de hongos micorrízicos y bacterianas, así como la inclusión de dos productos comerciales a base de *Pseudomonas* y *Glomus intraradices*. Para la producción de plántula se utilizó semilla del híbrido Torero F1 y se trasplantaron en camas con acolchado plástico de 1.5 m de ancho con distancia entre plantas de 0.5 m, entre hileras de 0.6 m y con longitud de parcela experimental de 2 m. Se depositaron dos semillas por mata y a los 15 días después de la siembra se hizo un aclareo para dejar una planta. En total se evaluaron 16 tratamientos, de los cuales 14 de ellos fueron cepas de microorganismos combinados con fertilización química al 50 % de la dosis recomendada por el INIFAP, la cual es 160-80-120 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, y el testigo absoluto y el testigo con fertilización química tradicional. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Se midió la variable rendimiento de fruto (toneladas por hectárea). La mayor producción acumulada en nueve cortes se logró con el tratamiento a base de Micorriza INIFAP más 50 % de fertilización química (80-40-60 kg/ha de N-P-K) con 112.1 t ha<sup>-1</sup>, le siguió el tratamiento testigo tradicional sin biofertilizantes y con la fertilización química de 100 % (160-80-120 kg/ha de N-P-K) con 109.7 t ha<sup>-1</sup>; ambos tratamientos superaron al tratamiento testigo absoluto sin biofertilizantes y sin fertilización química en 27.9 y 25.2 %, respectivamente. Con esta tecnología es factible obtener más de 97 toneladas por hectárea y permite reducir hasta el 50 % el costo por concepto de la fertilización química.

**Palabras clave:** *Glomus sp*, *Pseudomonas sp*, *Azospirillum sp*, productividad.

### INTRODUCCIÓN

La producción de hortalizas en el estado de Veracruz son las que mayor valor comercial tienen sobre otros cultivos de ciclo corto como lo son los cultivos básicos. La superficie sembrada de tomate *Lycopersicon esculentum* en el año 2011, fue de 2,313.75 ha en las cuales se cosechó una producción de 54,381.5 toneladas de fruto fresco con un rendimiento promedio de 23.5 toneladas por hectárea (SIAP, 2011), la mayoría bajo el sistema de producción de cielo abierto. Los productores de esta solanácea pueden obtener mayores ingresos al realizar su producción bajo agricultura protegida ya sea con casa sombra o en invernadero; este último con una inversión mayor, ya que en la casa sombra se pueden utilizar materiales de la región para su construcción; en ambos casos se pueden obtener dos cosechas al año, de esta manera el productor puede disminuir la incidencia tanto de plagas como de enfermedades foliares, así como el embate de fuertes vientos tropicales llamados “nortes” con velocidades de hasta 100 kph en toda la región costera del estado de Veracruz, así mismo se tendría un mejor control de la humedad del suelo que requiere el cultivo al instalar sistema de riego por goteo, haciendo eficiente el uso de agua comparado con el riego por gravedad. La actividad simbiótica que presentan los hongos formadores de micorrizas puede constituir un componente biotecnológico importante para el incremento de la productividad hortícola. Dentro de los beneficios que



aporta la simbiosis HMA-planta hospedante, se encuentra la promoción del crecimiento y mayor nutrición mineral de la planta. La producción hortícola en invernadero ha tenido una creciente expansión en México, debido a que tiene ventajas no solo en las demandas de los consumidores, sino por la alta productividad generada. Díaz-Franco *et al.*, (2007) señalan que las plantas de chile pimiento (cv. 'Valeria') inoculadas con hongos micorrizicos arbusculares (HMA) tuvieron incrementos en el índice de clorofila, contenido foliar de N, P, Fe y Zn, y colonización micorrizica, comparados con plantas no inoculadas; así también los frutos de plantas no inoculadas alcanzaron el grado 2, mientras que con el HMA alcanzaron el grado 1, con un incremento de peso del 30%. La inoculación con el HMA representa un manejo biotecnológico que puede ser adicionado dentro de las prácticas de producción hortícola en invernadero.

Dada la extraordinaria importancia ecológica y económica de los HMA, en Cuba y otros países, se han dado pasos acelerados para poner en práctica su uso como biofertilizante. Estudios llevados a cabo por Rodríguez *et al.*, (2004) reportan un efecto positivo de la inoculación sobre las plántulas de tomate con respecto a los controles, expresado en los indicadores agronómicos y fúngicos estudiados como son altura, masa fresca y seca (aérea, radical y total) y la actividad específica radical de quitinasa, B-1,3-glucanasa y fenilalanina amonio liasa (PAL). Además, Lionin y Medina (2002) evaluaron el efecto de diferentes relaciones de nutrientes con N, P y K, y la inoculación con dos cepas de HMA (*Glomus clarum* y *Glomus fasciculatum*) como fuentes de nutrientes aplicadas solas o combinadas, sobre los incrementos del rendimiento de tomate; así mismo Hernández y Chailloux (2004) encontraron que el mejor comportamiento en la fase de semillero se obtuvo con la inoculación de las cepas *G. fasciculatum*, *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter chroococum*, *G. mosseae* + *Pseudomonas fluorescens* y *G. mosseae* + *Azospirillum brasilense*. Además, en la fase de campo se observó que el rendimiento y sus componentes se beneficiaron con la aplicación de niveles óptimos de fertilizantes, mientras que para los tratamientos inoculados los mayores valores correspondieron a *G. mosseae*, *G. mosseae* mas *Pseudomonas fluorescens* y *G. mosseae* mas *Azospirillum brasilense* en complemento al 50 % de la fertilización nitrogenada. Los HMA y su coinoculación con las bacterias rizosféricas influyeron de manera positiva en la absorción de nitrógeno y fósforo.

Álvarez *et al.*, (2008) evaluaron diferentes niveles de nitrógeno con dosis fijas de fósforo y potasio con aplicación de hongos micorrizicos, un testigo con micorrizas sin fertilizantes y un control absoluto en tomate y encontraron una respuesta positiva a la fertilización nitrogenada existiendo un mejor comportamiento con el 75 % del nitrógeno combinado con hongos micorrizicos con un índice de eficiencia agronómica de 550.3, 354.6 y 495.9 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, respectivamente, por lo que se corroboró el aumento de la eficiencia en la nutrición al emplear este tipo de hongos. El mayor rendimiento se obtuvo con la fertilización química al 75% (150-240-125) con la inoculación de micorriza arbuscular alcanzando 42.2 toneladas por hectárea, mientras que los tratamientos fertilizados con NPK y el control alcanzaron 31.3 y 13 toneladas por hectárea, respectivamente.

### **Objetivo**

Determinar el potencial de rendimiento de tomate por el efecto de cepas de microorganismos micorrizicos y bacterianos en complemento a la fertilización química  
Identificar la mejor cepa de microorganismos micorrizicos o bacterianos que mayor rendimiento de fruto produzca combinado con la fertilización química al 50 % en condiciones de invernadero, acolchado plástico y riego por goteo.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental Cotaxtla perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en Medellín de Bravo, Veracruz; la

ubicación geográfica es de 18° 50´ de latitud norte y 97° 43´ longitud oeste, a una altitud de 14 metros. La temperatura media anual es de 25 °C, y de 21.8 °C y 31.8 °C la mínima y máxima, respectivamente. La precipitación media anual es de 1,350 mm (García, 1988).

El invernadero se construyó en una superficie de 360 m<sup>2</sup> (12 m de frente X 30 m de longitud y una altura cenital de 5.2 m), en las partes laterales se protegió con malla antiáfido y en la parte superior se utilizó plástico calibre 720 tratado contra rayos UV con 25 % de sombreo. Se preparó el suelo antes de la construcción del invernadero. Se construyeron camas de 1.6 m de ancho y se puso acolchado plástico bicolor (blanco/negro) con el color blanco hacia arriba de la cama. La distancia entre plantas fue de 0.5 m, entre hileras de 0.6 m y la longitud de parcela experimental fue 2 m. Se sembraron dos semillas por mata y a los 15 días después de la siembra se realizó un aclareo para dejar una planta. El manejo agronómico del cultivo se describe en Durán *et. al.*, (2013). Los tratamientos evaluados se describen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos a base de cepas microbianas en el cultivo de tomate.

Tratamiento	Descripción Cepa + Fertilización Química (FQ)
1	Testigo absoluto
2	Testigo tradicional (FQ 100 %)
3	Micorriza INIFAP + FQ 50 %
4	<i>Pseudomonas</i> 2010 INIFAP + FQ 50 %
5	<i>Azospirillum sp.</i> + FQ 50 %
6	<i>Ranbella aquatilis</i> + FQ 50 %
7	<i>Pseudomona putida</i> + FQ 50 %
8	<i>Herbaspirillum sp.</i> + FQ 50 %
9	<i>Bacillus cereus</i> + FQ 50 %
10	<i>Pseudomonas sp.</i> + FQ 50 %
11	Cepa 4 <i>G. mosseae</i> (Durango) + FQ 50 %
12	Cepa 23 <i>G. mosseae</i> (Estado de México) + FQ 50 %
13	Cepa 34 <i>G. intraradices</i> (Michoacán) + FQ 50 %
14	Cepa 37 <i>G. intraradices</i> (Sonora) + FQ 50 %
15	Cepa 76 <i>G. glomerulatum</i> (Chiapas) + FQ 50 %
16	Cepa 82 <i>G. intraradices</i> (Quintana Roo) + FQ 50 %

En total se estudiaron 16 tratamientos, en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. La fecha de siembra se realizó el 11 de octubre de 2011, se formaron camas acolchadas de 1.5 m de ancho y 28.0 m de largo, la semilla se sembró en charolas de plástico de 200 cavidades colocando dos semillas de tomate torero F1 por cavidad y se inoculó con un gramo de las cepas a evaluar por hoyo a 2 cm de profundidad, posteriormente se regó para llegar a capacidad de campo, los riegos se realizaron cada tercer día según las condiciones de temperatura que prevaleció dentro del invernadero. Se usó la fórmula de fertilización química (160-80-120 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O respectivamente) empleando como fuentes urea (46.0 % de N) y fosfato diamónico (18-46-00 N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O) y cloruro de potasio (60 % K<sub>2</sub>O) aplicada cada semana después de siete días después de la siembra. La inoculación de la semilla antes de la siembra con los microorganismos evaluados se aplicó según la dosis recomendada por el INIFAP. A partir de los 118 días después de la siembra (DDS) se realizaron nueve cortes de fruto en la que se registró el peso por parcela y se transformó a toneladas por hectárea. El análisis estadístico se hizo con el programa SAS versión 9.2, así como también las pruebas de comparación de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ ).



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento total de fruto. Para el rendimiento total acumulado el análisis de varianza aunque no detectó diferencias estadísticas entre tratamientos, se observa en el Cuadro 2, que el mayor rendimiento numérico fue con el tratamiento 3 (Micorriza INIFAP + 50 % de FQ) con 112.1 t ha<sup>-1</sup>, seguido por el tratamiento 2 (Fertilización tradicional 100% de FQ) con 109.7 t ha<sup>-1</sup>; el tratamiento 13 tuvo el menor rendimiento (cepa 34 *G. intraradices* (Michoacán) + 50 % de FQ) con 84.6 t ha<sup>-1</sup>, produciendo en menos 3.5 % por el tratamiento 1 (testigo absoluto) que produjo 87.6 t ha<sup>-1</sup>, mismo que fue superado por el Tratamiento 3 (Micorriza INIFAP + 50 % de FQ) y Tratamiento 2 (Fertilización 100 %) en 27.9 y 25.2 %, respectivamente. Lo más importante es que la biofertilización representa una opción real para disminuir los costos de producción y que al mismo tiempo permite lograr una mayor producción en comparación con el uso fertilizantes químicos. En la búsqueda de desarrollar un paquete amigable con el ambiente la biofertilización a través del tiempo permite incrementar la actividad biológica en el suelo y poco a poco lograr la recuperación en suelos degradados.

Cuadro 2. Rendimiento acumulado de nueve cortes de tomate e incremento de la producción.

Numero	Tratamiento	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )	Incremento (%)*
3	Micorriza INIFAP + FQ 50 %	112.1a <sup>z</sup>	27.9
2	Fertilización tradicional (100 % FQ)	109.7a	25.2
12	Cepa 23 <i>G. mosseae</i> (Edo. México) + FQ 50 %	104.3a	19.0
9	<i>Bacillus cereus</i> + FQ 50 %	104.3a	19.0
8	<i>Herbaspirillum sp.</i> + FQ 50 %	103.7a	18.3
6	<i>RanHELLa aquatilis</i> + FQ 50 %	101.8a	16.1
11	Cepa 4 <i>G. mosseae</i> (Dgo) + FQ 50 %	101.7a	16.0
4	<i>Pseudomonas cepa</i> 2010 INIFAP + FQ 50 %	97.3a	11.0
14	Cepa 37 <i>G. intraradices</i> (Sonora) + FQ 50 %	94.2a	7.1
16	Cepa 82 <i>G. intraradices</i> (Q.Roo) + FQ 50 %	91.5a	4.0
7	<i>Pseudomonas putida</i> + FQ 50 %	91.5a	4.3
5	<i>Azospirillum sp.</i> + FQ 50 %	89.2a	1.9
10	<i>Pseudomonas sp.</i> + FQ 50 %	89.0a	1.6
15	Cepa 76 <i>G. glomerulatum</i> (Chiapas) + FQ 50 %	88.9a	1.4
1	Testigo absoluto	87.6a	0.0
13	Cepa 34 <i>G. intraradices</i> (Michoacán) + FQ 50 %	84.6a	-4.4

\* Tomando como referencia al Testigo absoluto (sin fertilización química). <sup>z</sup>: Medias con la misma letra dentro de columnas son iguales significativamente de acuerdo con la Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

## CONCLUSIONES

La mayor producción de tomate se logró con el tratamiento a base de Micorriza INIFAP + fertilización química al 50 % (112.1 t ha<sup>-1</sup>), seguido por el tratamiento testigo tradicional (fertilización química al 100 %) con 109.7 t ha<sup>-1</sup>; ambos tratamientos superaron en 27.9 y 25.2 %, respectivamente, al testigo absoluto (sin biofertilizantes y sin fertilización química). En el centro de Veracruz en condiciones de invernadero es factible obtener una producción de tomate superior a 97 toneladas por hectárea con el empleo del biofertilizante INIFAP el cual permite reducir en 50 % la fertilización química y contribuye a disminuir el costo de producción por este concepto.





## LITERATURA CITADA

- Álvarez K. P. M., González B. Y. y Reyes A. D. 2008. Evaluación del empleo de micorrizas vesículo arbusculares combinadas con diferentes niveles de nitrógeno en tomate. Centro Agrícola. 35 (4): 15-18; oct.-dic., 2008. [http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V35-Numero\\_4/pdf/cag044081635.pdf](http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V35-Numero_4/pdf/cag044081635.pdf). Consultado el 13 de junio de 2014.
- Díaz, F. A., Alvarado, C. M., Ortiz, Ch. F. y Grageda, C. O. 2007. Nutrición de la planta y calidad de fruto de pimiento asociado con micorriza arbuscular en invernadero. Rev. Mex. Cienc. Agríc. Vol. 4. N°. 2. Texcoco 15 feb.- 31 mar. 2013. p. 315-321.
- Durán, P. A., Vásquez, H. A., Meneses M. I. y Zetina, L. R. 2013. Tecnología para la producción de tomate de invernadero con biofertilizantes microbianos en el centro de Veracruz. Desplegable para productores N° 51. Campo Experimental Cotaxtla. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. INIFAP. SAGARPA. Mayo de 2013.
- Hernández, M. I. y Chailloux, M. 2004. Las micorrizas arbusculares y las bacterias rizosféricas como alternativa a la nutrición mineral del tomate. *En: Cultivos tropicales 2004*. Vol. 25. Núm. 2. P. 5-12. <http://200.14.48.83/antiores/pdf/2004/2/CT25208.pdf>. Consultado el 12 de junio de 2014.
- Lionin, D. y Medina, N. 2002. Nutrición mineral con N. P. K en la simbiosis hongos micorrizicos-tomate *Lycopersicon esculentum* en ferralsols. *En: Cultivos tropicales 2002*. Vol. 23. Núm. 4. P. 83-88. <http://200.14.48.83/antiores/pdf/2002/4/CT23412.pdf>. Consultado el 12 de junio de 2014.
- Rodríguez, Y. Y., Noval, P. B., Fernández, M. F., y Rodríguez, H. P. 2004. Estudio comparativo del comportamiento de seis cepas de hongos micorrizicos arbusculares en su interacción con el tomate (*Lycopersicon esculentum* M. var *Amalia*): *Ecol. Aplicada*. 2004. Vol. 3. Núm. 1. p. 162-171. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-22162004000100023&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-22162004000100023&script=sci_arttext). Consultado el 13 de junio de 2014.
- SIAP. 2011. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. [www.siap.sagarpa.gob.mx](http://www.siap.sagarpa.gob.mx). Consultado el 5 de junio de 2014.



## PRODUCCIÓN DE PEPINO CON ABONOS ORGÁNICOS Y BIOFERTILIZANTES MICROBIANOS EN INVERNADERO

Durán P. A.<sup>1\*</sup>, Vásquez Hdez. A.<sup>1</sup>, Meneses M. I.<sup>1</sup>, Zetina L. R.<sup>1</sup>, Aguado S. G. A.<sup>2</sup> y Moreno G. B.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INIFAP. Campo Experimental Cotaxtla-INIFAP. Km. 34.5 Carretera Fed. Veracruz-Córdoba, Mpio. de Medellín de Bravo, Ver., México. <sup>2</sup>INIFAP. Campo Experimental Bajío-INIFAP. Km 6 Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Gto., Méx. Contacto: \* duran.arturo@inifap.gob.mx

T-45

### RESUMEN

La producción de hortalizas en el estado de Veracruz es la que mayor valor comercial tiene sobre otros de ciclo corto como los cultivos básicos. La superficie sembrada de pepino *Cucumis sativus* L. en promedio de cinco años (2008-2012) fue de 309.25 ha en las cuales se cosechó una producción de 5,894.92 toneladas de fruto fresco con un rendimiento promedio de 19 toneladas por hectárea (SIAP 2013). La mayoría es producción a cielo abierto, sin embargo los productores de esta solanácea pueden obtener mayores ingresos al realizar la producción en agricultura protegida con el empleo de invernaderos tipo tropical. El objetivo del presente trabajo fue determinar el potencial de rendimiento del cultivo de pepino en respuesta a la combinación de biofertilizantes y los abonos orgánicos como complemento a la fertilización química al 50 % bajo condiciones de invernadero con ferti-riego y acolchado plástico en el centro de Veracruz. El trabajo se desarrolló en el Campo Experimental Cotaxtla-INIFAP, durante los meses de abril a julio de 2012. Se evaluaron nueve tratamientos, resultado de la combinación de abonos orgánicos y biofertilizantes microbianos. El máximo rendimiento de pepino se logró con el tratamiento Bocashi + Micorriza INIFAP + 50 % de fertilización química con una producción de 158.221 t ha<sup>-1</sup>, seguido por el tratamiento de Lombricomposta + Micorriza + 50 % de fertilización química el cual acumuló 156.514 t ha<sup>-1</sup>, en tercer sitio se ubicó el tratamiento Bocashi, sin biofertilizante + 50% de fertilización química con 154.297 t ha<sup>-1</sup>. Estos tres tratamientos superaron al Testigo comercial con 42.496 t ha<sup>-1</sup>, 40.789 t ha<sup>-1</sup> y 38.572 t ha<sup>-1</sup>, lo que representó el 36.72 %, 35.24 % y 33.33 % respectivamente. Con estas tecnologías, es factible obtener mayor producción de pepino por efecto de una mayor eficiencia en la nutrición vegetal y sustentabilidad con el empleo de abonos orgánicos, biofertilizantes microbianos y la reducción al menos 50 % de la fertilización química.

**Palabras clave:** *Cucumis sativus* L., *Glomus intraradices*, *Pseudomonas*, Lombricomposta, Bocashi.

### Objetivo

Determinar el potencial de rendimiento de pepino en respuesta a la combinación de biofertilizantes y abonos orgánicos en condiciones de invernadero con ferti-riego y acolchado plástico en el centro de Veracruz.

### INTRODUCCIÓN

En los últimos 20 años la tendencia en cuanto a la preferencia en el consumo de productos agrícolas, ha sido hacia los alimentos de alta calidad nutricional que se obtienen bajo sistemas de producción orgánica; o bien en aquellos que contemplan esquemas de producción con un mínimo aporte de agroquímicos, altos niveles de inocuidad, trato justo a los trabajadores y con un efecto colateral de bajo impacto ambiental (Alvajana *et al.*, 2004).

Uno de los componentes tecnológicos de mayor importancia de estos sistemas de producción es la nutrición del cultivo, la cual en muchos casos se fundamenta en el uso de abonos orgánicos



como el bocashi, la lombricomposta y los biofertilizantes (micorrizas y bacterias fijadoras de nitrógeno), que cumplen con la función de aportar al suelo los nutrientes que la planta requiere para su óptimo desarrollo. El suministro de estos insumos permite restituir en el mediano y largo plazo los nutrientes que son extraídos del suelo por el cultivo, en otros casos se utilizan como un complemento a la reserva natural de suelos poco fértiles o bien como mejoradores de algunas de sus propiedades físicas y biológicas.

Eifediyi y Remison (2010) citados por Pérez (2012), mencionan que el cultivo de pepino es uno de los más importantes a nivel mundial por ejemplo en México, es uno de los más rentables con un valor promedio de la producción de 13,331.6 millones de pesos; no obstante, este cultivo demanda alta cantidad de fertilizantes (Mohammandi y Omid, 2010). Por esta razón el empleo de los fertilizantes químicos son componentes esenciales en la agricultura moderna, ya que proporcionan los nutrientes que las plantas necesitan, sin embargo, el uso excesivo de éstos causan daños en el ambiente (Adesemoye *et al.*, 2010). Los fertilizantes en la actualidad son energéticamente costosos y su producción requiere el uso de combustibles fósiles que contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero (Mia *et al.*, 2010).

En el caso del bocashi y la lombricompostas, su uso representa una excelente alternativa para contribuir en la disminución y transformación de los desechos orgánicos de las zonas rurales y urbanas de todo el mundo (Legall, 2006). En México se tienen experiencias exitosas en la enseñanza de la técnica de lombricompostaje (Noriega y Cruz, 2005; Ruíz y Acevedo 2011) y el uso de la lombricomposta como fuente de nutrientes o como mejorador del suelo (Olivares *et al.*, 2012) en sistemas de explotación intensiva (Gutiérrez, 2005), en la producción de cultivos orgánicos (Santamaría, 2010), reproducción de plantas en almácigos (Nava, 1999; Ayala *et al.*, 2001), invernaderos (González, 2001) y cultivos básicos a cielo abierto (Huerta *et al.*, 2010); sin embargo, a pesar de su fácil implementación y bajo costo de producción su uso está poco difundido, especialmente entre los productores del trópico húmedo, quienes aún demuestran poca confianza en la eficiencia de las compostas como aportadores de nutrientes para sus cultivos.

En México, en los años recientes el uso de biofertilizantes comerciales a base de microorganismos benéficos como son bacterias y hongos micorrizicos ha despertado el interés por parte de los productores agropecuarios y forestales. No existe suficiente información que permita conocer cuáles abonos orgánicos combinados con hongos micorrizicos conviene aplicar a la semilla para que potencialicen la producción de sus cultivos sin afectar de manera negativa la microbiota de los suelos.

Velasco *et al.* (2001) citado por Pérez (2012) encontraron que al inocular con *Azospirillum brasilense* en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*) se incrementó el contenido de nitrógeno en planta de 2 % a 3 %, y en fruto alrededor de 3 %, así mismo aumento el área foliar y la tasa fotosintética en comparación con el testigo. Este mismo autor, reporta que el ingreso total neto en comparación con la producción de pepino basado en fertilización + biofertilizante fue 25 % más alto en comparación con fertilización mineral, lo cual indica que es rentable la inoculación de rizobacterias.

Son pocos los estudios en México enfocados al uso de inoculantes bacterianos para promover el crecimiento de pepino, debido al limitado conocimiento de las bondades de estas rizobacterias. En el Valle de Mexicali se ha iniciado el uso de biofertilizantes en trigo, por lo que pepino es un cultivo potencial para la utilización de rizobacterias promotoras de crecimiento, donde las condiciones de agricultura protegida podrían garantizar una mejor respuesta a la inoculación (Pérez *et al.*, 2012).

Meneses *et al.* (2013), reportaron que el cultivo de pepino bajo condiciones de casa sombra logró su mayor rendimiento con el 100 % de la fertilización química ( $77.9 \text{ t ha}^{-1}$ ), mientras que con el 50 % de fertilización química e inoculando la semilla con Micorriza INIFAP complementada con la incorporación al suelo de lombricomposta tuvo una producción de  $76.2 \text{ t ha}^{-1}$ , similar al obtenido con el testigo. Además mencionan que la fertilización de pepino con el abono orgánico bocashi sin inoculación de semilla representa un alternativa para los productores al obtener el tercer mejor rendimiento de  $75.3 \text{ t ha}^{-1}$

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el Campo Experimental Cotaxtla ubicado en el Km. 34.5 Carretera Fed. Veracruz-Córdoba, en el municipio de Medellín de Bravo, Ver., la ubicación geográfica es  $18^{\circ} 50''$  de Latitud Norte y  $97^{\circ} 43''$  Longitud Oeste, a una altitud de 14 metros. La temperatura media anual es de  $25^{\circ}\text{C}$  y de  $21^{\circ}\text{C}$  y  $31.8^{\circ}\text{C}$  de mínima y máxima, respectivamente. La precipitación media anual  $1350 \text{ mm}$  (García, 1988).

El trabajo se llevó a cabo en un invernadero tipo túnel tropical cubierto con malla antiáfidos en los costados y en el techo con plástico calibre 720 tratado contra rayos UV con 25 % de sombreo, la altura zenital fue de 5.2 m. La preparación del terreno barbecho y dos pasos cruzados de rastra y formación de camas se realizó previo a la instalación del invernadero. Antes de la siembra se acolcharon las camas las cuales se formaron a una distancia de 1.6 m entre ellas y una longitud de 30 m. Para la incorporación de los abonos orgánicos a lo largo de las camas se formaron dos surcos en los cuales se adicionaron los abonos y las dosis de fertilización química en sus respectivas dosis a evaluar. La siembra se realizó el 26 de abril de 2012, se colocaron dos semillas por mata a una distancia de 30 cm entre ellos. Se empleó el híbrido Thunderbird (88 %) y Conquistador (12 %), los cuales fungieron como femeninas y masculinas, respectivamente.

Previo a la siembra se inoculó la semilla con los biofertilizantes microbianos con un gramo y 1.5 g de las cepas a evaluar (Micorrizas y *Pseudomonas*) por hoyo a 2 cm de profundidad, posteriormente se regó a través del sistema de goteo hasta alcanzar la capacidad de campo; los riegos se realizaron cada tercer día según las condiciones de temperatura que prevaleció dentro del invernadero. Se usó la fórmula de fertilización química  $165-161-90 \text{ kg ha}^{-1}$  de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  y  $\text{K}_2\text{O}$  respectivamente, empleando como fuentes urea (46.0 % de N), fosfato diamónico (18-46-00 N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  y  $\text{K}_2\text{O}$ ) y cloruro de potasio (60 %  $\text{K}_2\text{O}$ ); se aplicó el 50 % antes de la siembra y el resto a los 30 días después de ésta. Antes de la siembra se incorporaron los abonos orgánicos ( $5 \text{ t ha}^{-1}$ ) y se taparon inmediatamente con una capa de suelo de 5 cm, para posteriormente colocar el acolchado plástico sobre las camas. En el caso de los biofertilizantes se utilizó la dosis de un kilogramo por hectárea de micorriza y un kilo y medio por hectárea de *Pseudomonas* 2709. El manejo agronómico del cultivo se realizó según se describe en Vásquez, *et al.*, (2013). La unidad experimental fue de 2.0 m de largo por 1.6 m de ancho para cada unidad experimental. Los tratamientos evaluados se presentan en el Cuadro 1; se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Las variables cuantificadas fueron lectura de clorofila con el SPAD Minolta a los 60, 75 y 90 días después de la siembra (DDS); se determinó el rendimiento de fruto en cada corte y se transformó a toneladas por hectárea. Se realizó el análisis estadístico con el programa SAS versión 9.2., para cada una de las variables y se llevó a cabo la prueba de comparación de medias de Tukey ( $P=0.05$ ). Se realizaron cuatro cortes de fruto de pepino y se cuantificó el rendimiento en toneladas por hectárea.



Cuadro 1. Descripción de los tratamientos a base de abonos orgánicos y biofertilizantes.

Tratamiento	Abono orgánico	Biofertilizante	Fertilización Química
1	Lombricomposta	Micorriza INIFAP <i>G. intraradices</i>	50 %
2	Lombricomposta	<i>Pseudomonas 2709</i> INIFAP	50 %
3	Lombricomposta	Sin	50 %
4	Bocashi	Micorriza INIFAP <i>G. intraradices</i>	50 %
5	Bocashi	<i>Pseudomonas 2709</i> INIFAP	50 %
6	Bocashi	Sin	50 %
7	Testigo productor (0)	Sin	(00-00-00)
8	Testigo productor (0)	Sin	50 %
9	Testigo productor (0)	Sin	100 %

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Unidades de clorofila. En el análisis de varianza se detectó diferencias altamente significativas ( $\alpha = 0.01$ ) entre tratamientos, se puede apreciar en el Cuadro 2, el mayor promedio de lectura registrado fue con el tratamiento 3, Lombricomposta ( $5.0 \text{ t ha}^{-1}$ ), sin biofertilizante + 50 % de fertilización química ( $82.5-80.5-45 \text{ kg ha}^{-1}$  de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  y  $\text{K}_2\text{O}$  respectivamente) con 51.90 unidades, seguido por el tratamiento 2, Lombricomposta + *Pseudomonas 2709* INIFAP + 50 % de fertilización química ( $82.5-80.5-45 \text{ kg ha}^{-1}$  de N-P-K) con 51.45 unidades, el tratamiento con el menor contenido de clorofila en las hojas de pepino lo fue con el tratamiento 5, Bocashi ( $5 \text{ t ha}^{-1}$ ) + *Pseudomonas 2709* INIFAP + 50 % de fertilización química con 42.91 unidades. A los 75 DDS el análisis de varianza no detectó diferencias estadísticas entre tratamientos. El contenido promedio de clorofila fue de 41.82 unidades, a partir de los 60 DDS el contenido promedio de clorofila de las hojas de pepino tendió a disminuir a los 75 DDS en 1.72 unidades (-3.64 %) y a los 90 DDS en 5.32 unidades (-11.41 %), posiblemente a que dicha clorofila sintetizada mediante la fotosíntesis fue demandada para la formación de frutos.

Rendimiento acumulado de pepino ( $\text{t ha}^{-1}$ ). En el análisis de varianza de rendimiento de pepino por corte no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos en el primer y segundo corte. En el tercer corte hubo diferencias altamente significativas ( $\alpha = 0.01$ ) entre tratamientos; el mayor rendimiento fue con Bocashi + Micorriza INIFAP + 50 % F. Q. ( $59.524 \text{ t ha}^{-1}$ ), seguido de Bocashi + *Pseudomonas 2709* INIFAP + 50 % F. Q. con  $56.224 \text{ t ha}^{-1}$ . El tratamiento con menor rendimiento fue con el Testigo productor con  $42.940 \text{ t ha}^{-1}$ . La diferencia entre el tratamiento de mayor rendimiento de fruto respecto con el menos productivo fue de  $42.496 \text{ t ha}^{-1}$ ., lo que significa un 36.72 % mayor rendimiento (Cuadro 3).



Cuadro 2. Contenido de clorofila en hojas de pepino en respuesta a abonos orgánicos y biofertilizantes a diferentes días después de la siembra (DDS).

Tratamiento	Abono orgánico	Biofertilizante	Lectura de SPAD (DDS)		
			60 <sup>±</sup>	75	90
1	Lombricomposta	Micorriza + 50 % F. Q.	49.19 ab	44.42	42.34
2	Lombricomposta	<i>Pseudomonas</i> + 50 % F. Q.	51.45 a	44.41	43.25
3	Lombricomposta	Sin Biofert. + 50 % F. Q.	51.90 a	44.59	45.63
4	Bocashi	Micorriza + 50 % F. Q.	39.20 b	42.10	36.44
5	Bocashi	<i>Pseudomonas</i> + 50 % F. Q.	42.91 ab	43.61	39.76
6	Bocashi	Sin Biofert. + 50 % F. Q.	43.44 ab	43.55	38.51
7	Testigo (0)	Sin Biofert. (00-00-00)	47.30 ab	46.76	39.14
8	Testigo (0)	Sin Biofert. + 50 % F. Q.	48.29 ab	49.16	44.75
9	Testigo (0)	Sin Biofert. + 100 % F. Q.	51.23 a	50.81	46.60

±: Medias con la misma letra dentro de columnas son iguales estadísticamente de acuerdo con la Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ). F.Q.: Fertilización química.

El promedio de rendimiento de fruto en el tercer corte fue de 49.249 t ha<sup>-1</sup>. Superó al segundo corte en 16.965 t ha<sup>-1</sup> lo que equivale a un 52.54%. En el rendimiento de pepino acumulado de los cuatro cortes realizados, el que logró mayor rendimiento total fue el tratamiento 4, Bocashi + Micorriza INIFAP + 50 % de fertilización química con 158.221 t ha<sup>-1</sup>, le siguió Lombricomposta + Micorriza INIFAP + 50 % de fertilización química con 156.514 t ha<sup>-1</sup>; este último tratamiento es similar al segundo mayor rendimiento logrado por Meneses *et al.* (2013) en pepino bajo condiciones de casa sombra, seguidos ambos por el tratamiento con Bocashi sin biofertilizante + 50 % de fertilización química con 154.297 t ha<sup>-1</sup>. Estos rendimientos coinciden a lo reportado en España donde se logran bajo condiciones de invernadero rendimientos de pepino entre 150 a 300 t ha<sup>-1</sup> (Brimecombe *et al.*, 2007; citados por Pérez, 2012), el menor rendimiento lo fue con el testigo del productor, con 115.725 t ha<sup>-1</sup>. La diferencia entre el tratamiento con mayor rendimiento acumulado de fruto respecto al tratamiento menos productivo fue de 42.496 t ha<sup>-1</sup>, lo que representa un 36.72 % mayor rendimiento resultado de emplear abono orgánico, biofertilizante y el 50 % de la fertilización química.

Los incrementos obtenidos con respecto al tratamiento 8 el cual es comparativo con los seis tratamientos en que se aplicó el 50 % de la fertilización química, y abonos orgánicos y semilla micorrizada se nota que el máximo incremento lo fue con el tratamiento Bocashi + Micorriza INIFAP + 50 % de fertilización química con 35.13 % y le siguió el tratamiento Lombricomposta + Micorriza INIFAP + 50 % de fertilización química con 33.42 % y, el tratamiento con menor incremento lo fue con Lombricomposta + Sin biofertilizante + 50 % de fertilización química con 14.68 % (Cuadro 3).

Es importante señalar que el rendimiento promedio de esta evaluación en promedio fue de 137.095 t ha<sup>-1</sup>, lo que representa más de 118.033 t ha<sup>-1</sup> sobre el rendimiento promedio de pepino a cielo abierto en Veracruz (19.062 t ha<sup>-1</sup>) lo que significa un incremento de la producción de más del 519.2 % al producir pepino en invernadero que en cielo abierto.

Cuadro 3. Producción de pepino acumulado de cuatro cortes (t ha<sup>-1</sup>) con abonos orgánicos y biofertilizantes.



Tratamiento	Abono orgánico	Biofertilizante + (F. Q.)	Rendimiento por corte t ha <sup>-1</sup>				Total (t ha <sup>-1</sup> )
			47 DDS	60 DDS	75 DDS <sup>‡</sup>	93 DDS	
1	Lombricomposta	Micorriza (50% F. Q.)	16.46	39.262	55.357ab	45.435	156.514
2	Lombricomposta	<i>Pseudomonas</i> (50% F. Q.)	11.251	32.486	38.661 b	37.820	120.218
3	Lombricomposta	Sin (50% F. Q.)	9.467	33.089	44.791ab	50.424	137.771
4	Bocashi	Micorriza (50% F. Q.)	7.754	36.407	59.524a	54.536	158.221
5	Bocashi	<i>Pseudomonas</i> (50% F. Q.)	3.033	30.736	56.224ab	52.315	142.308
6	Bocashi	Sin (50% F. Q.)	7.800	34.249	54.849ab	57.399	154.297
7	Testigo	Sin (00-00-00)	4.825	29.341	47.361ab	44.186	125.713
8	Testigo	Sin (50% F. Q.)	4.579	30.345	43.541ab	44.624	123.089
9	Testigo	Sin (100% F. Q.)	8.520	24.645	42.940ab	39.620	115.725

‡: Medias con la misma letra dentro de columnas son iguales estadísticamente de acuerdo con la Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ). F.Q.: Fertilización química.

## CONCLUSIONES

A los 60 DDS en el tratamiento 3 se registró el mayor contenido de clorofila (51.9) en las hojas, mientras que a los 75 y 93 DDS el tratamiento 9 tuvo el mayor valor de clorofila.

En la producción total de pepino se encontró que el tratamiento 4 (Bocashi + Micorriza INIFAP + 50 % de fertilización química) obtuvo el máximo rendimiento con 158.2 t ha<sup>-1</sup>, seguido por el tratamiento 1 (Lombricomposta + Micorriza + 50 % de fertilización química) el cual acumuló 156.5 t ha<sup>-1</sup>, en tercer sitio se ubicó el tratamiento 6 (Bocashi, sin biofertilizante + 50 % de fertilización química) con 154.2 t ha<sup>-1</sup>; estos tres tratamientos superaron al tratamiento 9 (Testigo al 100 % de fertilización química), en 42.4 t ha<sup>-1</sup>, 40.7 t ha<sup>-1</sup> y 38.5 t ha<sup>-1</sup>, lo que representó un 36.7 %, 35.2 % y 33.3 %, respectivamente. Con estas tecnologías amigables es factible obtener una mayor producción de pepino por efecto de una mayor eficiencia en la nutrición y sustentabilidad con el empleo de abonos orgánicos, biofertilizantes microbianos y la reducción de al menos el 50 % de la fertilización química.

## LITERATURA CITADA

- Adesemoye, A. O., H. A. Torbert and J. W. Kloepper. 2010. Increased plant uptake of nitrogen from 15N-depleted fertilizer using plant growth-promoting rhizobacteria. *Applied Soil Ecology* 4: 54-58.
- Alvajana, M. C. R., Hoppin, J. A., Kamel, F. 2004. Health effects of chronic pesticide exposure: cáncer and neurotoxicity. *Ann. Rev. Public Health* 25: 155-197.
- Ayala, H. J., E. Arias, A. y M. Andrade, R. 2001. Sustratos para la producción de plántulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo condiciones de invernadero. Reunión Interamericana de Ciencias Hortícolas. *Horticultura Mexicana*. 8: 54.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación de Koppen para adaptarlos a las condiciones de la república mexicana. 4ª. Edición. UNAM. D. F. México.
- González, G. D. 2001. Eficiencia agronómica residual de tres fertilizantes orgánicos en el cultivo de maíz dulce. Reunión Interamericana de Ciencias Hortícolas. *Horticultura Mexicana*. 8: 63 p.



- Gutiérrez, M. A. 2005. Producción orgánica de policultivos Maíz-Frijol-Calabaza en el predio Santa Elena, Villa flores Chiapas, México. III Encuentro mesoamericano y del Caribe de productores experimentadores e investigadores en producción orgánica. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México. p. 29-30.
- Huerta, E., O., Valier, D. Romero y A. Jarquin. 2010. Efecto de tres especies de lombrices en la fertilidad del suelo y el crecimiento inicial del maíz (*Zea mays*). Acta Zoológica Mexicana (n.s.) Número especial 2:219-226.
- Legall, J. 2006. Manual básico de lombricultura. Nicaragua. Escuela de Agricultura.
- Nava, R. V. 1999. Investigaciones recientes sobre el uso de lombricompostas en el establecimiento de cultivos. In: Martínez C. C., Ma. Del R. Romero, L. L. Corlay, Ch., A. Trinidad, S., L. F. Ramírez, S. (Eds.). Lombricultura y abonos orgánicos. Memoria de Simposium Internacional y Primera Reunión Nacional. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Estado de México. México. pp: 153-154.
- Mia, B. M. A., Z. H. Shamsuddin, Z. Wahab and M. Marziah. 2010. Rhizobacteria as bioenhancer and biofertilizer for growth and yield banana (*Musa spp.* Cv. "Berangan"). *Scienza Horticulturae* 126: 80-87.
- Meneses, M. I., Vásquez, H. A., Zetina, L. R. y Durán, P. A. 2013. Abonos orgánicos e inoculación de la semilla con micorrizas y su efecto en el rendimiento de pepino tipo americano producido en casa sombra. En: Memoria II Simposium Internacional en Producción Agroalimentaria Tropical y XXV Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria, Tabasco 2013. Villahermosa, Tab., 5 y 6 Sept. 2013. p. 196-204.
- Noriega, A. G. y Cruz, H. S. 2005. Módulo de lombricultura: conocimiento, cultivo de lombrices de tierra y producción de abonos orgánicos. III Encuentro mesoamericano y del Caribe de productores experimentadores e investigadores en producción orgánica. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México. p. 26.
- Olivares, C. M. A., A. Hernández, R., C. Vences C., J. L. Jáquez B., D. Ojeda B. 2012. Lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores de suelo. Universidad y Ciencia. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 28(1):27-37.
- Pérez, R. E. 2012. Inoculación de bacterias promotoras de crecimiento vegetal en pepino (*Cucumis sativus*). Tesis de Maestría. Postgrado de Edafología. Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 116 p.
- Ruiz, M. y A. Acevedo. 2011. Uso de una estación experimental de lombricomposta para desarrollar experiencias exitosas multidisciplinarias a nivel universitario. Formación Universitaria. 4(5): 21-28.
- Santamaría, B. F. 2010. Producción tecnificada de pepino verde con espalderas y fertirriego en suelos pedregosos de Yucatán. Ficha tecnológica hortalizas. INIFAP.
- SIAP. 2013. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. [www.siap.sagarpa.gob.mx](http://www.siap.sagarpa.gob.mx). Consultado el 5 de junio de 2014.
- Vásquez, H. A., Meneses M. I., Durán, P. A., Zetina, L. R., Aguado, S. G. A. y Moreno, G. B. 2013. Producción de pepino con abonos orgánicos y biofertilizantes en ambiente protegido. Desplegable para productores N° 52. Campo Experimental Cotaxtla. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. INIFAP. SAGARPA. Mayo de 2013.





## EFFECTO DE LA COMBINACIÓN MICORRIZA (*Glomus intraradices*)-ZEOLITA EN EL RENDIMIENTO DE MAÍZ H-520 EN LA REGIÓN TROPICAL DE VERACRUZ, MÉXICO.

Vásquez Hernández Andrés\*, Zetina Lezama Rigoberto, Durán Prado Arturo, Meneses Márquez Isaac.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Cotaxtla. Km. 34.5 Carr. Fed. Veracruz-Córdoba Apdo. Postal 429, C.P. 91700. Tel y Fax: 01(229) 262-22-32 y 262-22-33

T-58

### RESUMEN

En la actualidad existen diferentes tecnologías enfocadas a mejorar la eficiencia de los fertilizantes químicos aplicados. La aplicación de micorrizas a la semilla y del mineral natural zeolita en los tratamientos de fertilización química son tecnologías enfocadas a reducir la aplicación de los fertilizantes químicos y reducir los costos de producción de los cultivos. Con el objetivo de estudiar el efecto conjunto de estos productos sobre el rendimiento de maíz H-520, bajo condiciones tropicales, se estableció un experimento en un suelo tipo fluvisol de la parte central de Veracruz, México, los tratamientos de zeolita consistieron en la sustitución del fertilizante nitrogenado urea en 0, 25, 50, 75 y 100 %, con y sin inoculación de biofertilizante micorrizico *Glomus intraradices* a la semilla. Se observó respuesta positiva a los tratamientos aplicados, habiéndose obtenido los más altos rendimientos con los tratamientos que se les aplicó micorriza. El rendimiento más alto se obtuvo con el tratamiento combinado con 75 % de zeolita, 25 % de F.Q. y micorriza, es posible que esto se debió a que el nivel de NPK del suelo, determinado mediante análisis químico es Medio para N y Alto para PK, notándose la influencia benéfica de la zeolita y micorriza con tan solo el 25 % de la dosis de fertilizante químico.

**Palabras clave:** maíz, micorriza, zeolita.

### INTRODUCCIÓN

La aplicación de micorrizas a la semilla y del mineral natural zeolita en mezcla con los fertilizantes químicos son dos tecnologías enfocadas a reducir las dosis de fertilización química, además de reducir costos de producción de los cultivos y la contaminación ambiental, sin efecto negativo sobre el rendimiento del cultivo, pero con la posibilidad de incrementar el rendimiento a un menor costo de producción. Aguado (2012) menciona que partir del año de 1999 y apoyado inicialmente por el Programa Nacional de Biofertilizantes del Gobierno Federal, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ha realizado diversas evaluaciones en campo del efecto de inoculantes microbianos, basados en *Rhizobium etli*, *Bradyrhizobium japonicum*, *Azospirillum brasilense* y el hongo micorrizógeno *Glomus intraradices*, sobre la productividad de cultivos básicos de nuestro país. Los resultados obtenidos a través de este programa demostraron la factibilidad de utilizar biofertilizantes como una alternativa para incrementar la productividad de los cultivos en nuestro país (Aguirre-Medina, 2008). Salamanca y Silva, 1998 citan que la mayor contribución de la micorriza arbuscular (MA) ocurre cuando se trata de absorción de iones que se difunden lentamente o están presentes en bajas concentraciones en el suelo, como es el caso de P, NH<sub>4</sub>, K, Zn y Cu entre otros, por lo tanto la principal función de la MA es el incremento de volumen del suelo explorado y el aumento en la eficiencia de absorción de nutrientes en la solución del suelo, pero además las esporas de los hongos pueden aportar de 10 a 60 g de N/ha, de 4 a 50 g de Ca/ha y de 1 a 10 g de Mg/ha. Con el uso de las micorrizas se aumenta el desarrollo del sistema radical y de los pelos radicales, lo cual contribuye a reducir el impacto del estrés hídrico en las plantas, además, estos microorganismos contribuyen a la solubilización de minerales para



facilitar el aprovechamiento de los fertilizantes químicos sintéticos aplicados; propician el mantenimiento y la regeneración de los suelos, ayudan en el control de patógenos y pueden reducir 50 % las dosis de fertilización química recomendadas, sin pérdida en los rendimientos potenciales; cuando se aplica en combinación con otros microorganismos, como *Azospirillum* o *Rhizobium*, las ganancias en los rendimientos son aún mayores (Aguirre et al., 2012). La investigación desarrollada en Biofertilizantes microbianos por el INIFAP ha permitido sustituir, total o parcialmente la nutrición vegetal, que tradicionalmente se desarrolla mediante la aplicación de fertilizantes químicos en diferentes cultivos de importancia económica que se explotan en México. Un ejemplo de estos productos es el biofertilizante micorrizico que permite la sustitución parcial de la fertilización química fosfatada en plantaciones comerciales de gramíneas y leguminosas, lo que en promedio ha mostrado ahorros hasta en 30 % de fertilizante fosfatado. La dinámica del N en sistemas suelo-aire- agua ha sido objeto de gran interés en la literatura científica, debido al relevante papel que desempeña en la producción agrícola y por la importancia de un uso racional del N. El aumento de la eficiencia del uso del N, debida al uso de tecnologías de suministro gradual de N, tiene repercusión sobre la producción vegetal y es un factor fundamental para reducir la contaminación del ambiente; por lo tanto, el desarrollo de tecnologías de fertilización de liberación lenta de N podría disminuir la contaminación y mejorar los rendimientos de los cultivos. Una alternativa de solución para reducir las pérdidas de fertilizantes tanto nitrogenados como potásicos son las zeolitas, que es un grupo de minerales naturales con carga negativa y una CIC promedio de 200 m.e. /100 g de suelo, lo que le da alta capacidad de intercambio de cationes, de absorción y adsorción, aspectos que se relacionan directamente con una mayor permanencia y disponibilidad de los nutrientes en el suelo, la fertilidad del suelo y la nutrición de las plantas. Las zeolitas, son aluminosilicatos hidratados cuya aplicación sobre suelos incrementa la capacidad de retención de  $\text{NH}_4^+$ , nutrientes de forma catiónica y de agua, favoreciendo la actividad biológica y actuando como fertilizante de liberación lenta mediante intercambio iónico, con reducción de pérdidas de nutrientes naturales y los aplicados al suelo (Grande *et al.*, 1995). En la actualidad la mayoría de los productores de maíz de temporal de Veracruz, México, aplican fertilizantes sólidos en forma localizada y superficial, lo que provoca que estos tengan una baja eficiencia, debido a que son arrastrados, lavados o lixiviados por la lluvia, lo que origina pérdidas de fertilizantes químicos nitrogenados como la urea hasta en un 50 % (Castellanos *et al.*, 2005), además de la fuerte contaminación de fuentes de agua como ríos, mantos freáticos y del mar; esta baja eficiencia del fertilizante repercute fuertemente en los costos de producción del cultivo así como de su rendimiento. Este problema es más severo, en áreas con alta precipitación pluvial y en suelos arenosos de baja capacidad de intercambio catiónico. Con la aplicación de zeolita en mezcla con los fertilizantes químicos nitrogenados en una proporción de 15 a 25 %, se incrementa la eficiencia de estos fertilizantes (al reducirse las pérdidas por lavado o lixiviación), así como el rendimiento de grano y se reduce el costo de la fertilización nitrogenada. Al respecto, Vásquez *et al.*, 2011, mencionan que en parcelas de validación con productores cooperantes y zeolita de origen mexicano, se han obtenido incrementos de 400 a 900 kg ha<sup>-1</sup> de grano de maíz H-520 en ciclo de temporal, con un ahorro mínimo de \$ 190.00 por hectárea en los costos de fertilización al sustituir por lo menos 50 kg ha<sup>-1</sup> de urea, por la misma cantidad de zeolita.

La combinación entre la zeolita, la micorriza INIFAP y los fertilizantes químicos busca mejorar la eficiencia del fertilizante para que los nutrimentos estén en las cantidades y épocas en que la planta los necesita para una buena producción. Esto permitirá ajustar la dosis de fertilizante a aplicar, para lograr un buen balance entre la demanda total de nutrimentos, según el rendimiento esperado y el aporte de nutrimentos provenientes tanto del suelo como los aplicados en la fertilización.

## Objetivo

Evaluar el efecto combinado de la aplicación de zeolita como aditivo de los fertilizantes químicos y del biofertilizante a base de Micorriza arbuscular *Glomus intrarradices* sobre el rendimiento de grano del maíz H-520 en condiciones tropicales.

## MATERIALES Y METODOS

En el Campo experimental Cotaxtla, localizado en el ejido El Copital del municipio de Medellín de Bravo, Ver., en ciclo O-I, se estableció un experimento de campo en un suelo tipo fluvisol con más de 50 años de actividad agrícola; el uso intensivo que se le ha dado a este terreno durante este tiempo ha dado lugar a una baja estabilidad de agregados lo que ha favorecido la compactación y encostramiento del suelo en seco; en húmedo su manejo se hace difícil ya que se vuelve pastoso y con poca porosidad, lo que de alguna manera restringe la productividad que se esperaría en un fluvisol. El lote experimental se muestreo para determinar sus propiedades de fertilidad mediante análisis químico, el cual se realizó de acuerdo a la NOM 021, REC NAT, 2000. El tratamiento base de fertilización química fue el 165-46-50, que fue aplicado en las proporciones que se indican en el Cuadro 1, tomando como fuentes fertilizantes urea (46 % N), Fosfato diamónico (DAP, 18-46-00) y Cloruro de potasio (60 % K<sub>2</sub>O).

Cuadro 1. Combinación de tratamientos de zeolita-fertilizante químico-micorriza aplicados en un experimento con maíz H-520.

No. Tratamiento	%Zeolita	%Fertilizante químico (F.Q.)	Micorriza
1	0	0	0
2	25	75	0
3	50	50	0
4	75	25	0
5	100	0	0
6	0	0	1
7	25	75	1
8	50	50	1
9	75	25	1
10	100	0	1
11	0	100	0
12	0	100	1

El diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones y doce tratamientos (Cuadro 1), las parcelas experimentales fueron de 6 surcos de 5 m de largo con 0.80 m entre surcos y 0.50 m entre matas con dos plantas por mata. El tratamiento de micorriza *Glomus intrarradices*-INIFAP se aplicó en una dosis de un kilo por hectárea aplicada a la semilla antes de la siembra, incluyéndose carboximetilcelulosa como adherente del biofertilizante a la semilla. Durante los primeros 10 días posteriores a la nacencia se aplicó la primera dosis de fertilizante químico, y el resto a los 25 días posteriores a la nacencia. En la primera dosis, en lo tratamientos que lo contenían, se aplicó la mitad del N, todo el fosfato y la mitad del K, a la segunda dosis se aplicó el resto del N y el K, de acuerdo al Cuadro 1.

## RESULTADOS Y DICUSION

Caracterización del suelo. La textura del suelo es franca, típica de los fluvisoles, el pH Moderadamente ácido con un valor de 5.97, favorecido por el lavado de bases y su extracción continua por los cultivos con un uso intensivo del terreno por más de 50 años, ya que el nivel agronómico de Ca es Bajo y el de Mg es Mediano (Cuadro 2), el N disponible (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) está



en nivel mediano, P y K tuvieron niveles agronómicos Altos, posiblemente porque estos tres nutrientes se aplican de manera contante en la fertilización de los cultivos que se establecen anualmente. En cuanto a los micronutrientes, sus niveles agronómicos son Altos a excepción de Cu el cual está en un nivel Bajo. Es importante hacer notar que aunque de manera general la disponibilidad de nutrientes es buena, algunas características físicas como la estabilidad de los agregados, compactación y porosidad del suelo son restrictivas, lo que de alguna manera puede originar rendimientos más bajos

Cuadro 2. Principales características físicas y químicas de fertilidad del suelo del lote experimental en el Campo Experimental Cotaxtla. Veracruz.

Característica	pH	N disp. (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	P ext. Bray P-1	Bases Intercambiables (m.e./100 g)			Micronutrientes Extraíbles ( ppm) (DTPA)			
				K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
Valor	5.97	21 ppm	55 ppm	1.26	4.87	2.03	27	0.90	5	6.3
Clasificación Agronómica	M A	M	A	A	B	M	A	B	A	A

A= Alto, M= Mediano, B= Bajo, MA= Moderadamente ácido, m.e. = miliequivalentes

Rendimiento de grano. En el Cuadro 3 se presenta el rendimiento obtenido con los tratamientos aplicados, se tuvo un intervalo de valores desde el más bajo de 2 435 kg ha<sup>-1</sup> para el tratamiento 6, al que solo se le aplico micorriza sin fertilizante químico ni zeolita, hasta el más alto con 5 723 kg ha<sup>-1</sup> para el tratamiento T9 con 75 % de zeolita + 25 % de F.Q. + micorriza.

Cuadro 3. Rendimiento de grano de maíz H-520 (t ha<sup>-1</sup>) en un experimento de campo con tratamientos de zeolita, fertilizante químico (F.Q.) y micorriza.

Tratamiento	% zeolita	% F.Q.	Micorriza	Promedio (kg grano ha <sup>-1</sup> )
1	0	0	0	2 632.8
2	25	75	0	4 371.8
3	50	50	0	4 509.3
4	75	25	0	2 973.8
5	100	0	0	2 727.8
6	0	0	1	2 435.3
7	25	75	1	2 470.5
8	50	50	1	5 553.8
9	75	25	1	5 723.0
10	100	0	1	2 966.5
11	0	100	0	4 597.5
12	0	100	1	5 096.3

El análisis de varianza que se presenta en el Cuadro 4 indica que hubo diferencia altamente significativa entre tratamientos, por lo que se puede considerar que si influyeron las aplicaciones de zeolita, fertilizante químico y la micorriza sobre el rendimiento de grano.

Cuadro 4. Análisis de varianza para rendimiento de grano y tratamientos de zeolita-fertilizante químico con y sin micorriza.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob.
Bloques	3	2221971.50	740657.17	2.18	0.109
Tratamientos	11	69688033.67	6335275.79	18.61	0.0001**
Error	33	11235491.50	340469.4		
TOTAL	47	83145496.67			

D.M.S.=1448.7 C.V. = 15.20

Al realizar la Prueba de Tukey (Cuadro 5) se observa que los rendimientos más altos fueron para los tratamientos a los que se aplicó micorriza ( T9, T8 y T12), que aunque superaron a T11(100 % F.Q.) y a T3 (50 % de F.Q. + 50 % de zeolita) no hubo diferencia estadística significativa entre estos, lo cual muestra las ventajas de la combinación de zeolita-micorriza + F.Q., y da la posibilidad de usar menos fertilizante químico a un menor costo, sin mencionar los enormes beneficios al medio ambiente, aunque es notorio que el uso de micorriza combinada con zeolita es una alternativa barata con buenas posibilidades de éxito.

Cuadro 5. Prueba de Tukey para rendimiento de grano con tratamientos de zeolita-fertilizante químico-micorriza.

No. tratamiento	% zeolita	% F.Q.	Micorriza	Rendimiento de grano (kg ha <sup>-1</sup> )	
9	75	25	1	5723.0	A
8	50	50	1	5553.8	A
12	0	100	1	5096.3	A
11	0	100	0	4597.5	A
3	50	50	0	4509.3	A B
2	25	75	0	4371.8	B C
4	75	25	0	2973.8	B C
10	100	0	1	2966.5	C
5	100	0	0	2727.8	C
1	0	0	0	2632.8	C
7	25	75	1	2470.5	C
6	0	0	1	2435.3	C

En la Figura 1 es notable observar que los tres tratamientos con los mayores rendimientos fueron aquellos con micorriza y zeolita mostrándose superiores al que recibió la F.Q. completa, aunque no hubo diferencia significativa entre estos ya que como se mencionó antes en la prueba de Tukey están en la misma categoría A (Cuadro 5). Resulta importante notar que el tratamiento 3 (50 % zeolita + 50 % F.Q) también está en la categoría A del grupo de los más altos rendimientos sin diferencia significativa entre estos. En cuanto a los Tratamientos 9 y 4, que se les aplico 75 % zeolita y tan solo el 25 % de F.Q., hubo una diferencia de 2 749 kg ha<sup>-1</sup> de grano marcando la diferencia en que el Tratamiento 9 que fue el de más alto rendimiento (5 723 kg ha<sup>-1</sup>) recibió aplicación de micorriza, la cual posiblemente tuvo un efecto no solo sobre la extracción de P sino que pudo haber mejorado la extracción de otros nutrientes como Ca, Mg y Cu que están en niveles agronómicos limitantes para el cultivo, como ha sido mencionado por Salamanca y Silva (1998); lo mismo sucedió con los Tratamientos 8 y 3 a los que se les aplico 50 % de zeolita + 50 % de F.Q. en que hubo una diferencia de 1 043.7 kg ha<sup>-1</sup> a favor del tratamiento con micorriza, aunque no hubo diferencia estadística significativa entre ambos, aspecto que nuevamente muestra la bondad de la micorriza no solo para mejorar la extracción de P, sino que pudo haber influido sobre otras componentes del rendimiento de maíz H-520.

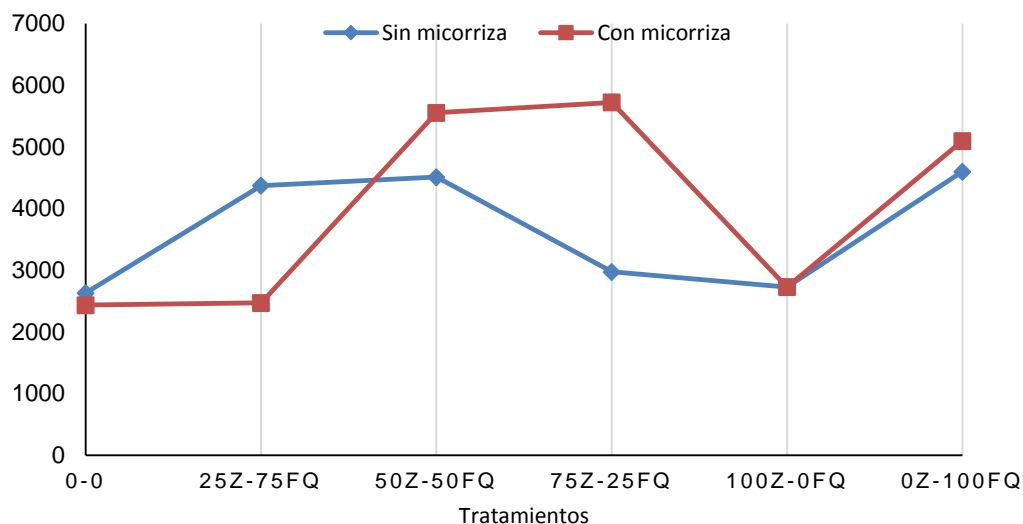


Figura 1. Respuesta de maíz H-520(kg de grano ha<sup>-1</sup>) con tratamientos de zeolita (Z) y fertilización química (FQ) con y sin micorriza.

## CONCLUSIONES

1. Se observó respuesta positiva a los tratamientos aplicados, habiéndose obtenido los más altos rendimientos con los tratamientos a los que se aplicó micorriza.
2. El más alto rendimiento se obtuvo con el tratamiento combinado con 75 % de zeolita, 25 % de F.Q. más micorriza, es posible que esto se deba a que el nivel de NPK del suelo, determinado mediante análisis químico es Medio para N y Alto para P y K, notándose la influencia benéfica de zeolita y micorriza con tan solo el 25 % de la dosis de fertilizante químico.
3. El tratamiento a base de 50 % zeolita y 50% fertilizante químico sin micorriza esta entre el grupo de tratamientos con más alto rendimiento, lo que es un indicador positivo del beneficio de utilizar zeolita.
4. Tanto la tecnología de zeolita como la de micorrizas mostraron su efecto positivo al propiciar un alto rendimiento del cultivo por lo que se deben promover de manera más intensiva ya que permiten tener ahorro significativo de fertilizante químico, manteniendo el rendimiento del cultivo con tecnologías sustentables.

## LITERATURA CITADA

- Aguado, S.G.A. 2012. Uso de Microorganismos Como Biofertilizantes in: Introducción al Uso y Manejo de los Biofertilizantes en la Agricultura. INIFAP/SAGARPA. México. 35-78 pp.
- Aguirre, M.J.F., Durán P.A., Peña del R. A., Grageda C.O., Irizar G. M.B.G. 2012. Micorriza INIFAP: Biofertilizante para el Campo Mexicano. In: Introducción al Uso y Manejo de los Biofertilizantes en la Agricultura. INIFAP/SAGARPA. México. 219-240 pp. DEBES
- Castellanos, R.Z.J.; Cueto W.J.A.; Macías C.J.; Salinas G.J. R.; Tapia V.L.J.; Cortés J.J.M.; González A.I.J.; Mata V.H.; Mora G.M.; Vásquez H.A.; Valenzuela S.C. y Enríquez R. S.A. 2005. La fertilización en los cultivos de maíz, sorgo y trigo en México. SAGARPA-INIFAP. Folleto Técnico Num.1, Septiembre de 2005. Campo Experimental Bajío, Celaya, Guanajuato, México. 44 p.
- Grande, J.A.; Carmona, P.; González, A.; De La Torre, M.L. (1995). Aplicación de sustratos edafológicos minerales como medida de protección ambiental en cultivos intensivos sobre



- zonas de recarga de acuíferos. In: Gonzalo, J.M., Antigüedad, I. (Eds.). Avances en la Investigación en Zona No Saturada. Serv. Pub. Gobierno Vasco. Vitoria. 381-395 pp.
- Salamanca, S.C.R y Silva H. M del R. 1998. Las Micorrizas Como Alternativa Para el Manejo Sostenible de los Agroecosistemas Tropicales. Boletín Técnico No. 12. CORPOICA. Noviembre 1998. Villavicencio, Meta, Colombia. 13-16 pp.
- Vásquez, H.A., Durán P.A., Meneses M.I. y Zetina L.R. 2011. Aplicación de zeolita como mejorador de la eficiencia del fertilizante químico aplicado a maíz en condiciones tropicales. Memorias del Congreso Internacional de las Ciencias Agropecuarias. Habana, Cuba. 1-10 p.



## RECURSOS GENÉTICOS DE *FRIJOL* QUE SE CULTIVAN EN EL ESTADO DE CAMPECHE

Orona CF<sup>1\*</sup>, Medina MJ<sup>1</sup>, Soto RJM<sup>1</sup>, Hernández PM<sup>1</sup>

Campo Experimental Edzná - Centro de Investigación Regional Sureste - INIFAP - . Km 15.5  
carretera Campeche - Tixmucuy, C.P.CP 24520, Teléfono oficial 01-(981) 81-3-97-48.  
orona.fermin@inifap.gob.mx

T-63

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue coleccionar, identificar y preservar los recursos genéticos de especies diferentes de frijol que se cultivan en Campeche, así como elaborar un pasaporte de identificación. En la península de Yucatán la alimentación proteica está en base a diferentes formas de frijoles, que crecen en forma natural en esa amplia región de la península, las variedades de frijol criollo que tradicionalmente se cultivan están siendo desplazadas por las variedades comerciales, por lo que está en riesgo de perderse tan valiosa fuente de germoplasma. Como parte de las actividades que se implementaron en el macroproyecto titulado Evaluación y manejo sustentable de los recursos genéticos de frijol en México y Campeche estuvo incluido para esas acciones. Se desarrollaron actividades encaminadas a coleccionar y preservar los frijoles criollos y cultivados. Se recorrieron nueve municipios del estado, se coleccionaron 33 materiales diferentes, de los cuales 15 correspondieron a *Phaseolus vulgaris* y 18 a *Phaseolus lunatus*, La diversidad del material coleccionado se reflejó en el rango de hábitos de crecimiento, desde los arbustivos hasta los trepadores indeterminados, estos últimos fueron más representativos con cerca de 29 materiales, muchos de ellos por sembrarse tradicionalmente asociados con el maíz. En esta diversidad no podían faltar los materiales precoces en los cuales su cosecha fluctuó entre los 60 a 120 días después de siembra.

**Palabras clave:** Frijol, colectas, Campeche

### INTRODUCCIÓN

En la península de Yucatán el género *Phaseolus* se encuentra ampliamente distribuido en los diferentes climas presentes, varios estudios mencionan que se adapta mejor a climas subtropicales, en tanto que los templados restringen su diversidad. Por otro lado la adaptación de *Phaseolus vulgaris* silvestres se limita a un reducido número de climas y condiciones ambientales, pero es la especie que se adapta a una mayor diversidad de ambientes de humedad, situación que explica su uso como fuente alimentaria a nivel mundial (López *et al.*, 2005, Urrea, *et al.*, 2009)., desde épocas precolombinas su alimentación proteica está basada en los frijoles que crecen en forma natural, éstos presentan variaciones en tamaños (medianos, chicos y grandes); formas (planos, redondos y arriñonados); color (blancos, negros, cafés, amarillos, cremas, morados, pintos, etc.). Se constituyen como recursos genéticos valiosos, con alto potencial para la seguridad alimentaria regional, pueden contribuir a reducir la pobreza, por ser recursos nutritivos y disponibles en las zonas rurales marginadas, además se ha reportado que el consumo de *Phaseolus* puede prevenir y reducir enfermedades crónicas como cáncer en humanos (Thompson, *et al* 2009).

En Campeche, sus pobladores siembran diferentes variedades de frijol, pero existe la amenaza real que este tipo de semillas tan imprescindibles para la seguridad alimenticia se pierda. Los cambios en el uso del suelo por la ganadería, el uso de agroquímicos, la erosión genética, la explosión demográfica, catástrofes, incendios y liberación de variedades mejoradas, han originado la reducción de la base genética y la paulatina desaparición de cultivos nativos o criollos. Por otra parte Urrea *et al.*, 2009, mencionan que seleccionaron diferentes tipos de





frijol los cuales mostraron altos rendimientos bajo condiciones de temporal, asimismo mostraron resistencia a sequía.

La pérdida de diversidad biológica es el resultado irreversible de un proceso en el cual se van perdiendo poblaciones genéticamente adaptadas a diferentes ambientes. Cuando se ha perdido la diversidad genética de una especie y sólo quedan algunos ejemplares de colección, el trabajo de miles de años de evolución se pierde CIAT, 2013.

La preocupación por la conservación de los recursos fitogenéticos es tan antigua como la agricultura misma, la selección de especies y la conservación de sus características productivas a lo largo de las generaciones ha estado en la mente de los primeros agricultores, quienes escogieron las semillas de las plantas que reunían las condiciones productivas adecuadas al medio ambiente en que se desenvolvían y cumplían con las expectativas de producción (Justiniano *et al.*, 2006).

La diversidad se puede conservar in situ (en el lugar donde se produce) en estado silvestre o en poblados y predios particulares, o bien ex situ (fuera del lugar de producción) en bancos de germoplasma situados en lugares distintos del hábitat natural de la planta. El número de semillas suficientes para conservar la variabilidad fitogenética del germoplasma es todavía un tema de discusión, pero mientras más grande sea la muestra mayor es la posibilidad de mantener la variabilidad de una población. La conservación in situ de especies silvestres, razas nativas y variedades tradicionales es una estrategia de conservación de gran importancia, pues además de la utilización racional, las mantiene en sus hábitats naturales donde los procesos evolutivos continúan sucediendo y se posibilita su convivencia armónica con animales y microorganismos en el mismo ambiente, (Justiniano, et al., 2006).

Para conservar la población de las diversas variedades de frijol que se cultivan en Campeche, se desarrolló el proyecto “Inventario y conservación de leguminosas comestibles que crecen en el estado de Campeche”; mediante un plan de colecta y conservación que fomente la utilización de las diferentes variantes comestibles de frijol en sus diferentes especies, tan valiosas en la nutrición humana. Los objetivos: de este trabajo fueron: Identificar y coleccionar diferentes tipos de frijoles comestibles; Elaboración de un descriptor de las colectas y enviar un duplicado de los materiales colectados al banco de germoplasma del SINAREFI.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Por medio de entrevistas con productores e investigadores se identificó y trazó una ruta en los diferentes municipios y localidades para realizar recorridos y coleccionar el tipo o especies de *Phaseolus* que se cultivan en el estado.

Los recorridos se efectuaron durante los años 2011 y 2012, iniciando en el municipio de Hecelchacán, Hopolchén, Tenabo, Campeche, Champotón, Calakmul, Escárcega, Candelaria y Carmen, se hizo platicó con productores de frijol preguntando qué tipo de frijol sembraban, encaminado a los criollos tradicionales; se solicitó apoyo con muestras de semilla para incrementar la colección. Con base a la cantidad de semilla colectada se elaboró un programa de incremento de la misma para cumplir con los compromisos establecidos.

El manejo de las muestras en campo fue como sigue: se sembraron en parcelas de seis surcos, seis metros de longitud, la separación entre surcos fue de 65 centímetros, la siembra fue a chorrillo, se utilizó una densidad de 50 kg de semilla por hectárea. Las condiciones de cultivo fueron bajo temporal, la fecha de siembra fue el 24 de agosto de 2012, la cosecha inicio a

principios de mes de noviembre en los materiales precoces y termino el 29 de diciembre del mismo año con los genotipos tardíos.

El manejo agronómico consistió en la preparación del terreno mediante dos pasos de rastra, el segundo en forma cruzada, se realizó el surcado, se trazó el tamaño de parcela y posteriormente se efectuó la siembra; se hizo aplicación basal de fertilizante Difosfato de amonio en dosis de 80 kg por hectárea más 30 kg de nitrógeno por ha; se efectuó control manual y químico de malezas así como control químico de plagas, posteriormente se procedió a poner tutores dado que la mayoría de las colectas de *Phaseolus* eran materiales que se siembran asociados al maíz, clasificados como tipo de crecimiento IV.

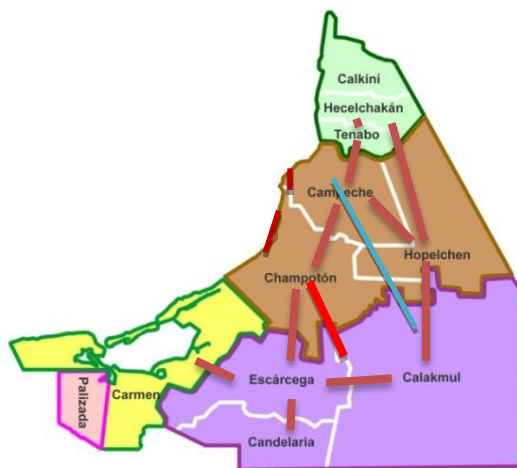


Figura 1. Rutas recorridas para la colecta de diferentes sp. de *Phaseolus* criollos en el estado de Campeche, durante los años 2011 y 2012.

Se registró información como días a floración, días a madurez, rendimiento de grano, hábito de crecimiento, peso de 100 granos. Se utilizó el Manual para la toma de datos en vivero de frijol y el Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol.

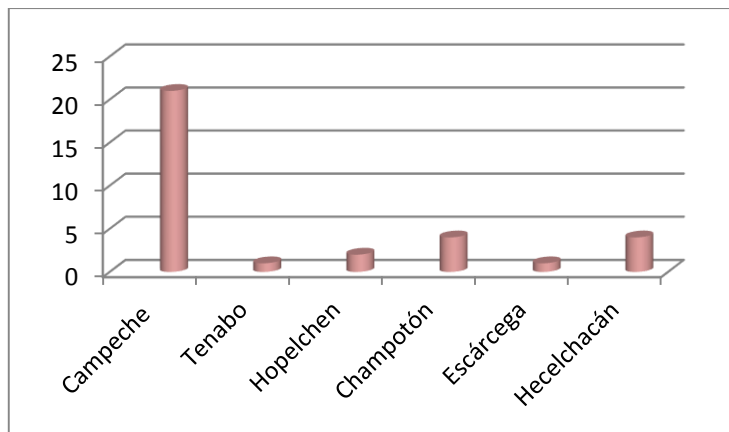
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los recorridos efectuados en el estado de Campeche incluyeron las localidades por municipio que fueron: en Hechelchacán (Dzitnup, Cumpich, Nohalal); Tenabo (Tinún y Nilchí); en Hopelchén (Chunyaxnich, Crucero de San Luis, Ich Ek, Iturbide y Chencoh); Campeche (Castamay, Tikinmul, Cayal, Pueblo Nuevo, Suc Tuc, Los Laureles, Quetzal Edzná, Uzahsil Edzná y Pich); en Champotón (Sihochac, Hool, Mayatecún, Santo Domingo Kesté, La Esperanza, Xbacab, La libertad, Ulumal y Felipe Carrillo Puerto); Escárcega (Adolfo López Mateos, Matamoros, Kilometro 36, Nuevo Pital, el Pital, Independencia, Nicolás Bravo y Mamantel), En Candelaria (Benito Juárez) y finalmente en el municipio del Carmen (Chicbul y Chekubul). Se colectaron 33 muestras de frijol, se identificaron dos especies *Phaseolus* y *lunatus*. Estas muestras fueron sembradas para incrementar la semilla y obtener la cantidad necesaria para cumplir con los compromisos establecidos en el proyecto.

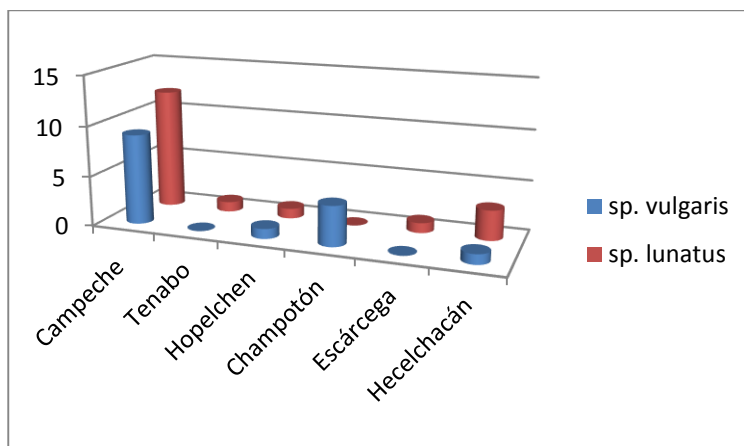
La diferenciación de los materiales fue mediante el establecimiento en campo, se identificaron cuatro variantes del genotipo conocido localmente como T'zamáa (vaina roja, vaina morada corta, vaina larga y de mata y el último de vaina larga jaspeada), los dos primeros y el último pertenecen al tipo IV o frijoles de guía que requieren de tutor para su desarrollo; también se

observaron dos variantes de Mejen Buul de vaina corta y larga. Se encontró un *lunatus* precoz (60 días a madurez), se observaron materiales tardíos de *lunatus* (120 a madurez). La mayor cantidad de *Phaseolus* fueron colectadas en el municipio de Campeche (21), seguido por Champotón y Hecelchacán con 4, en los demás municipios se colectaron dos en Hopelchén y una en Tenabo y Escárcega (Figura 2).

El hecho que solo aparezcan representados seis municipios de los nueve recorridos no indica que no se colectaron muestras en los faltantes, las muestras colectadas fueron similares a las ya observadas en el gráfico y que al sembrarlas en campo para determinar si existía diferencia entre ellas resultaron ser similares, por otra parte de acuerdo a especies de *Phaseolus* colectadas por municipio, en la Figura 3 se muestra la distribución de las especies.



**Figura 2.** Numero de colectas realizadas por municipio en el estado de Campeche, durante los años 2011 y 2012.



**Figura 3.-** Especies de *Phaseolus* colectadas por municipio en el estado de Campeche durante los años 2011 y 2012.

En el municipio de Campeche hay mayor cantidad de muestras tanto de *lunatus* como de *vulgaris*, situación que no es de extrañar dado que en la colonización llegó población de varios estados de la República Mexicana siendo probablemente ellos quienes introdujeron los diferentes materiales que se cultivaban, asociado con el cultivo de maíz para su autoconsumo incrementando así la base genética, (Cárdenas, 2000).



Cuadro 1.- Relación de muestras colectadas de *Phaseolus* en el estado de Campeche durante los años 2011 y 2012.

No	Nombre común	Fecha de colecta	Municipio de colecta	Peso de muestra gr	No de semillas
1.-	T'zamáa vaina roja	20/II/2012	Campeche	98.94	500
2.-	Cole buul	26/VII/2012	Hopelchén	103.38	500
3.-	Mejen ib precoz	25/VII/2012	Hecelchacán	127.44	500
4.-	Ibes blanco	25/VII/2012	Hecelchacán	132.22	500
5.-	Ibes munición	24/VII/2012	Hopelchén	142.62	500
6.-	Zot chet buul	25/VII/2012	Hecelchacán	112.5	500
7.-	Frijol negro de mata	1/II/2012	Campeche	75.03	500
8.-	Frijol para ejote colorado	27/II/2011	Campeche	89.04	500
9.-	Frijol criollo rojo	15/XII/2011	Chamotón	110.47	500
10.-	Mejen Buul	4/XII/2011	Chamotón	145.16	500
11.-	Frijol de vara vaina roja	07/I/2012	Chamotón	129.95	500
12.-	T'zamáa vaina verde	16/XI/2011	Campeche	141.32	500
13.-	T'zamáa de mata vaina larga	25/VII/2012	Campeche	131.5	500
14.-	T'zamáa vaina larga jaspeada	16/XI/2011	Campeche	120.89	500
15.-	Frijol criollo pinto	9/III/2011	Campeche	193.31	500
16.-	Ibes plano blanco	25/VII/2012	Hecelchacán	139.31	500
17.-	Frijol charro	28/VII/2012	Campeche	282.17	500
18.-	Ibes plano crema	27/VII/2012	Campeche	136.97	500
19.-	Ibes morado obscuro	27/VII/2012	Campeche	175.99	500
20.-	Ibes rojo claro	27/VII/2012	Campeche	136.76	500
21.-	Ibes Morado Claro	27/VII/2012	Campeche	167.21	500
22.-	Ibes plano negro	27/VII/2012	Escárcega	177.67	500
23.-	Frijol criollo de mata	30/VII/2012	Campeche	87.07	500
24.-	Ibes Rosado	30/VII/2012	Tenabo	132.62	500
25.-	Ibes Rosado Claro	30/VII/2012	Campeche	140.21	500
26.-	Ibes pinto crema-negro	03/IX/2012	Campeche	149.87	500
27.-	Ibes Pinto blanco-negro	05/IX/2012	Campeche	170.0	500
28.-	Ibes negro	03/IX/2012	Campeche	159.86	500
29.-	Ibes Fucsia	03/IX/2012	Campeche	133.86	500
30.-	Ibes jaspeado negro - crema	03/IX/2012	Campeche	165.28	500
31.-	Frijol pata de paloma	25/VII/2012	Kesté	45.18	500
32.-	Ibes pinto crema-rosa	03/IX/2012	Campeche	141.45	500
33.-	Frijol rojo	03/IX/2012	Campeche	85.38	500

Las muestras colectadas fueron clasificadas como frijol criollo sin embargo al sembrarlas en campo y observar su desarrollo se observó que en realidad se trataba de *Phaseolus vulgaris* y de *Phaseolus lunatus*.

Por otra parte, de las colectas realizadas de encontraron cinco, que al establecerlas en un lote de incremento en campo y después de su cosecha se observó un mosaico de colores en el grano, situación que propicio se realizara una selección por coloración de grano resultando 10 submuestras adicionales. En total fueron colectadas y enviadas al banco de germoplasma del SINAREFI 33 materiales (Cuadro 1), 18 de *Phaseolus lunatus* y 15 de *Phaseolus vulgaris*, las coloraciones encontradas fueron rojos, blancos, negros, cremas, morados, jaspeados, pintos, fusha de *lunatus*, de *vulgaris* se encontraron negros y rojos (Ballesteros *et al.*, 2000). Se tiene

una muestra de frijol pinto gris aunque no se cosecho la cantidad de semilla suficiente para su envío, este material fue separado de una muestra de Mejen buul colectado en la localidad de Iturbide, al parecer se trata de alguna variante o mezcla.

Con respecto al rendimiento en campo ajustados al 14 % de humedad, seis materiales de *lunatus* y tres de *vulgaris* superaron la media de rendimiento de frijol en Campeche (615 kg/ha, SIAP-SIACON, 2012); dos materiales de *lunatus* mostraron rendimientos de 2867 y 1327 kg/ha. Al efectuar la cosecha, se encontraron hasta ocho o diez tipos de semilla diferentes en una parcela, situación que permito seleccionar o diferenciar 20 tipos de *Phaseolus* adicionales; la limitante es que solo se tienen algunos gramos de esos materiales, resultados similares fueron reportados por Vargas *et al.*, 2008, mencionan que algunas accesiones originarias del trópico de México mostraron precocidad y tolerancia a enfermedades, resultados similares a los reportados por Rivas, 1989, quien menciona que varias colectas mostraron resistencia al daño de algunos patógenos, pero que también otros mostraron cierta susceptibilidad.

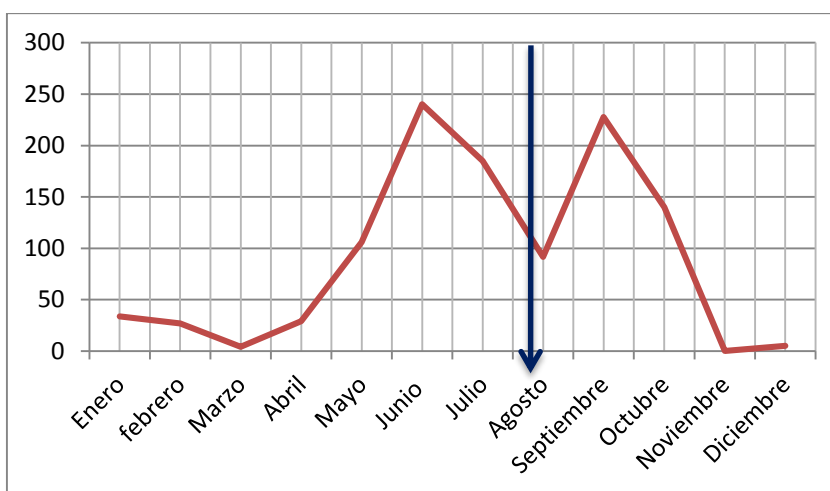


Figura 10. Precipitación anual ocurrida en la localidad de Cayal en 2012. La flecha indica la fecha de siembra del material colectado para el incremento de semilla.

Los resultados resaltan la variabilidad genética significativa de la especie que está incluida en la colección núcleo del INIFAP, por lo cual se considera representativa de la forma cultivada de *P. vulgaris* en México. Kwak *et al.*, en 2009, reportaron que el origen del frijol asociado con el maíz y la calabaza fue inicialmente domesticado en la cuenca del Lerma-Balsas-Rio grande, sin embargo en la península de Yucatán desde hace varios años se cultiva de la misma manera, situación que posiblemente se explique, que ocurrió mediante la colonización donde fue trasladada gente del norte y centro del país, y que hayan implementado este sistema de cultivo en la región.

La precipitación ocurrida (Figura 10) desde la fecha de siembra de los materiales hasta cosecha, para el incremento de semilla fue de 464 mm, si se considera que las necesidades hídricas del frijol varían entre 600 a 700 mm en 3 o 4 meses se cubrió únicamente el 66 % del requerimiento del cultivo, aun así cinco materiales superaron la media estatal de rendimiento, resultados similares a lo indicado por Viñals, *et al.*, 2013.

## CONCLUSIONES

Se colectaron 33 diferentes tipos de *Phaseolus* en los nueve municipios del estado de Campeche, 15 correspondieron a la especie *vulgaris* y 18 a *lunatus*. Se identificó e incremento la semilla,



se observaron diferencias entre materiales colectados, se fusionaron aquellos que en apariencia eran diferentes. Adicionalmente, se seleccionaron 20 submuestras procedentes de las muestras que aparentemente estaban mezcladas y que mostraron un mosaico de colores en sus granos.

#### LITERATURA CITADA

- Cárdenas R.F.A. 2000. Investigación agrícola sobre frijol en México durante el período 1943 a 1980. Agricultura Técnica en México. Vol. 26 Núm. 1. p 63-78
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Frijoles tolerantes a sequías están siendo cultivados en América Central, ofreciendo a productores una herramienta ante uno de los fenómenos climáticos extremos que podría ser cada vez más frecuente debido al calentamiento global. <http://www.apdm.com.mx/archivos/5394> (Revisado en red el 22/V/2013).
- Justiniano da F.M.A., Da Silva W.M.M.V. y Celso C. A. 2006. El estado del arte de los recursos genéticos en las Américas: Conservación, Caracterización y Utilización. PROCITROPICOS-FORAGRO-IICA. 60 p.
- Kwak M., Kami J.A: and Gepts P. 2009. The putative Mesoamerican domestication center of *Phaseolus vulgaris* is located in the Lerma-Santiago Basin of México. Crop Science 49:554-563.
- López S.J.L., Ruiz C.J.A., Sánchez G.J.J. y Lépiz, I.R. 2005. Adaptación climática de 25 especies de frijol silvestre (*Phaseolus* spp.) en la República Mexicana. Revista Fitotecnia Mexicana. 28(3): 221-230.
- SIAP-SIACON. 2012. Revisado en red el [www.siap.com.mx](http://www.siap.com.mx) el 22 de noviembre de 2012
- Thompson M.D., Brick M.A., McGinley J.N. and Thompson H.J. 2009. Chemical composition and mammary cancer inhibitory activity of dry vean. Thompson M.D., Brick M.A., McGinley J.N. and Thompson H.J. 2009. Chemical composition and mammary cancer inhibitory activity of dry vean. Crop Science 49:179-186.
- Urrea C.A., Dean Y. C. Lyon D.J. and Koehler A.E. 2009. Selection for drought tolerance in dry vean derived from the Mesoamerican gene pool in Western Nebraska. Crop Science 49:2005-2010
- Vargas-Vázquez M. L. P., Muruaga-Martínez J. S., Pérez-Herrera P., Gill-Langarica H. R., Esquivel-Esquivel G., Martínez-Damián M. Á., Rosales-Serna R. y Mayek-Pérez N. 2008. Caracterización morfo agronómica de la colección núcleo de la forma cultivada de frijol común del INIFAP. Agrociencia 42: 787-797.
- Viñals C.M.E., Ortiz, R., Ponce M. y Ríos H. Análisis de la diversidad fenotípica de variedades de frijol (*P. vulgaris* L.) utilizadas por los campesinos en la comunidad La Palma en Pinar del Río. <http://www.pedagogiaprofesional.rimed.cu/Vol4%20no2/Estela.htm> (revisado en red el 22/V/2013).



## DETERMINACION DE LA EXTRACCION UNITARIA DE NUTRIENTES EN ESTEVIA (*Stevia rebaudiana B.*) COMO BASE PARA LA APLICACIÓN DEL METODO RACIONAL DE FERTILIZACION

Vásquez Hernández A.\*, Zetina Lezama R., Meneses Márquez I., Durán Prado A.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Cotaxtla. Km. 34.5 Carr. Fed. Veracruz-Córdoba Apdo. Postal 429, C.P. 91700. Tel y Fax: 01(229) 262-22-32 y 262-22-33

T-66

### RESUMEN

En los últimos años se ha venido incrementando el interés por el cultivo de estevia (*Stevia rebaudiana B.*) como endulzante, favorecido por los problemas de obesidad y la nueva tendencia de la gente por el uso de endulzantes no energéticos y productos de origen natural, los principios activos de la estevia son la steviosida y la rebaudiosida, que son los glucósidos responsables del sabor dulce de la planta. Estevia es un cultivo relativamente nuevo en México, y hay un gran interés por diversos agricultores y empresas tanto nacionales como transnacionales por su cultivo y comercialización, lo que hace necesario contar con información relativa a la fertilización del cultivo, ya que es escasa la información generada para México; tomando en consideración que la nutrición de los cultivos es la base para obtener un buen rendimiento, que permita que sea rentable para el productor, es necesario generar la información respectiva como contribución técnica para formar un paquete tecnológico de producción del cultivo. Se plantea el método Racional de Fertilización como alternativa para calcular las necesidades del cultivo, por lo que en este trabajo se determinó la Extracción Unitaria de nutrientes por estevia, habiéndose encontrado una extracción unitaria en kg de nutrientes por tonelada de hojas secas de estevia de 17.48N-9.39K-7.43Ca-4.97P-2.49Mg-1.04Zn-0.15Fe-0.19Cu-0.13-Mn.

**Palabras clave:** estevia, extracción nutrimental, fertilización racional.

### INTRODUCCION

En los últimos años se ha venido incrementando el interés por el cultivo de estevia (*Stevia rebaudiana B.*) como endulzante, favorecido por los problemas de obesidad y la nueva tendencia de la gente por el uso de endulzantes no energéticos y productos de origen natural, los principios activos de la estevia son la steviosida y la rebaudiosida, que son los glucósidos responsables del sabor dulce de la planta. Al respecto, Duran et al(2012), mencionan que el consumo de bebidas azucaradas puede ser una de las causas de trastornos metabólicos como la obesidad, por lo que sustituir el azúcar por edulcorantes bajos en calorías puede ser una estrategia eficaz de control de peso, además mencionan que estudios realizados en esa línea sugieren que el consumo de bebidas endulzadas con azúcar promueven un balance energético positivo, por lo tanto un aumento de peso y el incremento en el riesgo de diabetes por lo que una alternativa tanto al azúcar como a la fructosa es el uso de edulcorantes no nutritivos como la Sacarina, Aspartame, Sucralosa, Ciclamato, Acesulfame K, Neotamo, Alitamo y recientemente se ha incorporado la Estevia, cuyo sabor es lo más parecido al azúcar, distinguiéndose de los edulcorantes artificiales por no tener sabor metálico y no ser cancerígeno además de ser un producto natural. La estevia, es una planta herbácea con propiedades extremadamente favorables para la salud humana, es utilizada como endulzante natural pues sus hojas molidas son 30 veces más dulces que el azúcar de caña y ya seca la hoja entera es 15 veces más dulce que el azúcar común, por lo tanto, el cultivo de la estevia es innovador y muy rentable, pues presenta condiciones promisorias en los mercados nacionales y mundiales (Ramírez, 2011).



Estevia es un cultivo relativamente nuevo en México, y hay un gran interés por diversos agricultores y empresas tanto nacionales como transnacionales por su cultivo y comercialización, lo que hace necesario contar con información relativa a la fertilización del cultivo, ya que es escasa la información generada para México; tomando en consideración que la nutrición de los cultivos es la base para obtener un buen rendimiento, que permita que sea rentable para el productor, es necesario generar la información respectiva como contribución técnica para formar un paquete tecnológico de producción del cultivo. Tomando en consideración la falta de conocimientos para la fertilización de este cultivo, se menciona de manera general el tratamiento: 180 kg/ha de nitrógeno(N), 60 kg/ha de potasio (K) y 92 kg/ha de fósforo, aunque se hace hincapié en que los análisis de suelos y planes de fertilización deben establecerse y evaluarse, en lo posible con registros rigurosos de producción (Ramírez, 2011) lo que permitirá ajustar las dosis de nutrientes a través de los años. Casaccia y Álvarez (2006) mencionan que considerando la cantidad de nutrientes extraídos por cada tonelada de hoja seca de estevia, se puede realizar el cálculo para efectuar una fertilización de reposición considerando la cantidad de nutrientes exportados anualmente, teniendo como base un rendimiento promedio de 2500 kilogramos de hoja seca por hectárea. Herrera *et al*, (2012) mencionan que cuando aplicaron 6 kg de calcio, 6 kg de nitrógeno-fosforada, 1 kg de elementos menores y 5 kg de magnesio, el cultivo responde, positivamente con emisión de rebrotes, buen vigor de la planta y color verde. Por otra parte, Bonilla *et al* (2007) sugieren que la aplicación de urea, composta y gallinaza como fuentes de nutrientes, favorecen extracciones promedio 6.60 para N, 22.60 de P y 29.86 kg/ha para K con rendimientos promedio de 1370 kg ha<sup>-1</sup>de materia seca de tallos y hojas. Castellanos *et al* (2005) menciona que en la actualidad la mejor forma de recomendar fertilizantes es mediante el Método Racional de fertilización el cual se basa en la extracción nutrimental unitaria. Una opción moderna para calcular dosis de fertilización de los cultivos es el uso de una ecuación matemática derivada del balance de masa entre la extracción de nutrientes que realiza el cultivo, la variación de reservas asimilables y no asimilables del suelo y las pérdidas de nutrientes en la unidad de producción (Saña *et al.*, 1996). El planteamiento general proviene del método racional del Rodríguez (1993) quien propone la dosis de abonado del nutriente (Di) como resultante de la demanda del cultivo (DEMi), el suministro del suelo (SUMINi) y la eficiencia de la fertilización (EFi).

La base de este modelo es la extracción de nutrientes del cultivo, la cual se debe obtener por cultivo y por región de preferencia, pero a medida que la base de datos se aumenta se tendrá una mejor aproximación de esta variable, lo que le da mayor potencia. En el Método Racional se considera que las demandas de los cultivos no pueden ser satisfechas por el suelo de manera natural, lo que les genera un déficit que debe ser abastecido mediante la aplicación de fertilizante para obtener la producción deseada dentro de lo posible; además se considera que las plantas no son capaces de utilizar al 100 % el fertilizante que se les aplica, lo que depende de las malezas, microorganismos del suelo, lavado, lixiviación y residualidad del fertilizante. Una parte importante del Método Racional es la estimación de la cantidad de nutrientes que el suelo está ofertando al cultivo, cuantificadas mediante análisis químico de suelo, por lo que el modelo matemático considera estas variables como base del cálculo.

### **Objetivo**

Determinar la extracción de nutrientes de estevia, como conocimiento técnico básico para la aplicación del Método Racional de Fertilización, durante el proceso de generación de recomendaciones de fertilización sitio-específicas



## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se estableció en abril de 2012 en la Finca Sayula, ubicada en la localidad de Puente Jula, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, la cual se localiza geográficamente entre las coordenadas 96° 21' 10.03'' LW y 19° 12' 25.27'' LN, a una altura de 20 metros sobre el nivel del mar. Un día antes de la siembra se efectuó un riego de 8 horas para humedecer el suelo hasta que éste alcanzó su capacidad de campo. El trasplante se realizó manualmente, colocando una planta cada 25 centímetros en surcos separados a la misma distancia. En cada cama se colocaron cuatro hileras para obtener un densidad de población de 160 000 plantas por hectárea. La parcela experimental estuvo integrada por 20 plantas (1 m<sup>2</sup>) y la parcela útil por cinco plantas con competencia completa ubicadas en el centro de cada parcela. Las fuentes fertilizantes utilizadas fueron: para nitrógeno el nitrato de magnesio; para fósforo se utilizó ácido fosfórico (84 % de pureza); mientras que para potasio se usó sulfato de potasio. Los tratamientos de fertilización anual fueron T1) 0-0-0, T2) 180-00-92 y T3) 180-60-92, los cuales se dividieron en aplicaciones semanales a partir de que la planta cumplió sus primeros 30 días de desarrollo en campo; dado que en el presente trabajo se estimó solo un ciclo de corte de un total de tres , entonces la fertilización aplicada corresponde a un tercio de los tratamientos anuales, por lo que quedo de la siguiente manera: T1) 00-00-00, T2) 60-00-30.6, T3) 60-20-30.6 . Esta práctica se llevó a cabo disolviendo los fertilizantes antes citados en un litro de agua, mismos que fueron aplicados manualmente, en el área de goteo, a razón de 50 ml por planta. La cosecha se realizó 90 días después del trasplante. Esta actividad se realizó manualmente cortando las ramas de la planta a una altura aproximada de 10 centímetros, procurando dejar en las ramas y tallo principal algunas hojas y yemas que permitan el rápido rebrote del cultivo. Después de la cosecha, el material vegetativo se pesó en fresco, posteriormente se colocó en bolsas de papel y secó en una estufa de aire forzado a 72 °C hasta obtener peso constante. Posteriormente se separaron las hojas de las ramas y ambas se pesaron en una báscula digital con precisión a 0.01 g. Posteriormente se procesaron en el laboratorio para su análisis químico de los nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn y Mn.

Cuadro 1. Caracterización de física y química del suelo del sitio experimental en Puente Jula, Municipio de Paso de Ovejas, Ver.

### RESULTADOS Y DISCUSION

La caracterización química (Cuadro 1), nos indica que el suelo tiene una textura Migajón arenosa, la cual se considera adecuada para el cultivo de estevia, el pH de 7.11 también es adecuado. El contenido de materia orgánica y de N disponible son bajos, pero el resto de

		Contenido	Clasificación Agronómica	Referencia
Textura	Arena	75.20 %	Migajón arenoso	
	Limo	15.80 %		
	Arcilla	9.00 %		
pH agua (1:2)		7.11	Neutro	
Materia orgánica (%)		1.03 %	Bajo	
Nitrógeno inorgánico (kg/ha)		28 kg/ha	Bajo	Norma Oficial
Fósforo (kg/ha)		224 kg/ha	Alto	Mexicana
Potasio intercambiable (kg/ha)		1004 kg/ha	Alto	NOM 021
Calcio intercambiable (ppm)		4155	Alto	RECNAT 2000
Magnesio intercambiable (ppm)		647	Alto	AS-09
Fierro (DTPA, ppm)		8.8	Adecuado	
Cobre (DTPA, ppm)		3.8	Adecuado	
Zinc (DTPA, ppm)		3.9	Adecuado	
Manganeso (DTPA, ppm)		8.7	Adecuado	



nutrimentos están en niveles agronómicos Altos y Adecuados, por lo que podemos considerar que no hubo restricciones edafológicas para el desarrollo del cultivo.

En el Cuadro 2 se muestran los rendimientos promedio de materia seca de hojas y tallos estimada en los tratamientos considerados para este estudio, e tratamiento con el rendimiento más altos es el T2 con 1173 kg /ha de materia seca el cual fue superior a testigo T1 con 359 kg y al tratamiento T3 con 315 kg. El análisis de varianza para los tratamientos no mostro diferencia significativa entre estos posiblemente porque como se ve en el análisis del suelo del sitio experimental aunque los valores de N son bajos, sin embargo para P y K son altos, razón por la que no se observó respuesta a la fertilización.

Cuadro 2. Rendimientos promedio de tallos, hojas en kg/ha base seca en un corte en un experimento de fertilización de estevia en Veracruz, México.

Tratamiento	Materia sea de hojas( kg/ha)	Materia seca de tallos( kg/ha)	Total materia seca (kg/ha)
T1) 00-00-00	646	168	814
T2) 60-00-30.6	931	242	1173
T3) 60-20-30.6	711	181	858

Cuadro. 3. Contenido de nutrimentos en hojas y tallos de estevia, cuantificados mediante análisis químico.

Nutriente	T1 (00-00-00)		T2 (60-00-30.6)		T3 (60-20-30.6)	
	Hojas	Tallos	Hojas	Tallos	Hojas	Tallos
N	1.49	0.85	1.54	0.91	1.56	0.80
P	0.40	0.29	0.55	0.24	0.34	0.26
K	0.65	0.57	1.01	0.64	0.68	0.65
Ca	0.79	0.44	0.70	0.40	0.43	0.36
Mg	0.21	0.08	0.30	0.07	0.18	0.07
Fe	115	59	188	68	106	73
Cu	116	62	177	58	218	102
Zn	811	518	1318	447	605	590
Mn	118	46	139	38	95	41

En cuanto al orden de concentración en que se presentan los nutrientes en hoja y tallo, N ocupa el primer lugar, seguido por K, Ca, P Mg, a excepción del tratamiento testigo en que K ocupó el tercer lugar en hojas, pero el resto de nutrientes presento el mismo orden que los demás tratamientos. Para tallos se observa el mismo orden de predominancia N>K>Ca>. Para el caso de Zn es el de mayor concentración de los micronutrientes en hojas y tallos y Mn ocupa el último lugar en concentración tanto en hojas como tallos, Fe y Cu ocupa lugares intermedios tanto para hojas como tallos.

**Cuadro 4. Extracción Unitaria de nutrientes en kg de nutriente por tonelada de hojas secas de estevia**

Nutriente	Extracción nutriente en kg/T de hojas secas			Promedio	Valor mínimo	Valor Máximo
	T1)00-00-00	T2)60-00-30.6	T3 (60-20-30.6)			
N	17.03	17.76	17.64	17.48	17.03	17.76
P	4.74	6.12	4.06	4.97	4.06	6.12
K	7.98	11.75	8.45	9.39	7.98	11.75
Ca	9.04	8.04	5.21	7.43	5.21	9.04
Mg	2.3	3.18	1.98	2.49	1.98	3.18
Fe	0.13	0.21	0.12	0.15	0.12	0.21
Cu	0.13	0.19	0.25	0.19	0.13	0.25
Zn	0.94	1.43	0.76	1.04	0.76	1.43
Mn	0.13	0.15	0.11	0.13	0.11	0.15

En el cuadro 4 se presentan las extracciones unitarias de nutrientes calculadas a partir de la producción de materia seca y la concentración de nutrientes en tallos y hojas.

para obtener una tonelada de materia seca de hojas de estevia esta necesita disponer en promedio de 17.48 kg de N, 4.97 de P y 9.39 de K, es importante hacer notar que el Ca juega un papel importante, ya que ocupa el tercer lugar en orden de requerimientos, siendo aún mayor que el P; sin embargo en el testigo en que no se aplicó fertilizante químico, incluso ocupó el segundo lugar, siendo mayor su extracción incluso que K. Atendiendo a lo anterior se puede decir que de manera general la Extracción Unitaria de estevia que es la cantidad de nutrientes que la plantas completas extraen para producir una tonelada de materia seca de hojas, que en este caso es la parte comercial útil queda de la siguiente manera en orden de magnitud: 17.48N-9.39K-7.43Ca-4.97P-2.49Mg-1.04Zn-0.15Fe-0.19Cu-0.13-Mn. Es importante considerar que esta extracción es por un corte, si consideramos que de manera anual se hace un promedio de 3 cortes, se deberá hacer el ajuste a estos cortes para hacer el cálculo de la fertilización.

## CONCLUSIONES

1. El orden de predominancia de extracción de nutrientes, por su magnitud siguió el siguiente orden de manera general: 17.48N-9.39K-7.43Ca-4.97P-2.49Mg-1.04Zn-0.15Fe-0.19Cu-0.13-Mn.
2. La extracción unitaria obtenida en este estudio puede ser de gran utilidad para calcular los requerimientos de fertilización mediante el Método de Fertilización Racional, atendiendo a la meta de producción y teniendo como base la disponibilidad de nutrientes obtenida mediante análisis químico del suelo, no obstante se debe considerar que esta base de datos se debe enriquecer con más estudios bajo diferentes condiciones, lo cual en un futuro permitirá mejorar la precisión del método.

## LITERATURA CITADA

- Bonilla, C.R.C., Sánchez, O. S.M. Y Perlaza F.D. 2007. Evaluación de métodos de propagación, fertilización nitrogenada y fenología de *estevia* en condiciones del Valle del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, AA. 237. Palmira, Valle, Colombia. 8 p.
- Bouzo, C.A., Astegiano, E.D. y Favaro, J.C. 2003. Procedimiento para predecir las necesidades de abonos en cultivos hortícolas. Revista FAVE - Ciencias Agrarias 2 (1-2) 2003
- Casaccia, J. y Álvarez E. 2006. Recomendaciones técnicas para una producción sustentable del Ka'a Heé (*Stevia rebaudiana (Bertoni)*) en el Paraguay. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Manual Técnico No. 8. Subsecretaría de Estado de Agricultura. Dirección de Investigación Agrícola. Instituto Agronómico Nacional. Programa de Investigación de Ka'a He'e. Caacupe - Paraguay. 51 p.



- Castellanos, R.Z.J., Cueto W.J.A., Macías C.J., Salinas G.J. R., Tapia V.L.J., Cortés J.J.M., González A.I.J., Mata V.H., Mora G.M., Vásquez H.A., Valenzuela S.C., Enríquez R. S.A. 2005. La fertilización en los cultivos de maíz, sorgo y trigo en México. SAGARPA-INIFAP. Folleto Técnico Num.1, Septiembre de 2005. Campo Experimental Bajío, Celaya, Guanajuato, México.
- Herrera, C. F., Gómez J. R. y González R.C. 2012. El cultivo de Stevia (*Stevia rebaudiana*) Bertoni en condiciones agroambientales de Nayarit, México. Folleto Técnico No. 19. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Santiago Ixcuintla, Nayarit. México. 52 p.
- Ramírez, J.G. 2011. Paquete Tecnológico Estevia (*Stevia rebaudiana*) Establecimiento y mantenimiento. INIFAP, Programa Estratégico para el desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur - Sureste de México: Trópico Húmedo. Centro de Investigación Regional Sureste. Campo Experimental Mocochoá. Mocochoá, Yucatán. México. 14 p.
- Rodríguez. 1993. La fertilización de los cultivos: Un método racional. Colección en Agricultura. Pontificia Universidad Católica de Chile. pp. 291.
- Saña V, J.; C. More R. C. y A. C. Ramon A.C. 1996. La gestión de la fertilidad de los suelos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Centro de Publicaciones. Madrid. pp. 277.



## CULTIVO DE CILANTRO (*Coriandrum sativum* L.) APLICANDO DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO MINERAL EN XOCHIMILCO, D. F.

González L. M. M. \*<sup>1</sup>; Fierro Á. A.<sup>1</sup>; López L. R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Profesores Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana. Correo electrónico: mglopez@correo.xoc.uam.mx; y andresfierro\_agro@yahoo.com.mx; <sup>2</sup> Investigador Campo Experimental Huimanguillo-INIFAP, Tabasco.

T-97

### RESUMEN

Se evaluaron los rendimientos de cilantro y otros parámetros en el crecimiento del cilantro (*Coriandrum sativum* L.) aplicando diferentes dosis de nitrógeno mineral en Xochimilco, D. F., T1 (80-60-00); T2 (60-60-00) y T0 (00-00-00) de NPK, se encontró que los rendimientos fueron 4.458 t/ha; 6.825 t/ha y 8.934 t/ha para los tratamientos T0, T2 y T1, la época del año impactó en los rendimientos, de igual forma el mejor tratamiento en las diferentes variables evaluadas fue el T1.

**Palabras clave:** cilantro, nitrógeno, nutrición, rendimiento

### INTRODUCCIÓN

El cilantro *Coriandrum sativum* L., es una especie aromática y medicinal cultivadas de la familia *Apiáceae*, a la que también pertenecen el comino, el eneldo, el hinojo y el perejil, el cilantro se cultiva desde hace 5000 años. Es originario del Mediterráneo y actualmente se cultiva en la mayoría de las regiones templadas del mundo. Los principales países productores de cilantro son La Unión Soviética, India, Marruecos, México, Rumania, Argentina, Irán y Pakistán (Diederichsen, 1996).

A nivel mundial se estima que se cultivan 5550 000 hectáreas de las que se obtienen 600 000 ton de frutos de cilantro, el rendimiento por hectárea varía de 442 kg a 1 500 kg/ha de fruto (semilla). En la República Mexicana, en el año 2002 se cultivaron 10,853 ha con rendimiento de 13.3 ton/ha; destacan los estados de Puebla, Hidalgo, Baja California y Michoacán con el 61 % de la superficie cultivada. Los mayores rendimientos por hectárea se obtienen en el estado de Coahuila con 16.777 ton/ha, Aguascalientes con 14.710 ton/ha y el Distrito Federal con 11.750 ton/ha. En lo referente a la producción de semilla, básicamente participan dos estados: Yucatán con 122 ha de temporal que producen 61 ton anuales y rendimientos de 0.5 ton/ha e Hidalgo con 40 ha e riego que producen 80 ton anuales, con rendimientos de 2 ton/ha al año (SAGARPA, 2002). México ocupa el 4° lugar mundial como productor de cilantro y los principales países importadores son Alemania, USA, Sri Lanka y Japón.

El cilantro *Coriandrum sativum* L., es una especie anual, posee una raíz delgada y raíces secundarias finas y superficiales. Presenta un pequeño tallo comprimido en el cual se disponen las hojas, conformando una roseta más bien pequeña, de unos 30 centímetros de altura. Al iniciarse el proceso de floración, el tallo se ramifica y alarga hasta alcanzar una altura de 40 a 60 centímetros. En las ramas se ubican las flores, cuyo color va del blanco al rosado. Las hojas inferiores son pecioladas, pinnadas, con segmentos ovales en forma de cuña; mientras que las superiores son bi-tripinnadas, con segmentos agudos. Las flores son pequeñas, blancas o ligeramente rosadas, dispuestas en umbelas terminales. De esta especie se aprovechan las hojas frescas o deshidratadas, así como cómo por la utilización de sus semillas, las cuales son usadas directamente en combinación con otras especies o para la extracción de aceites. Reconocida tanto por sus propiedades condimentarias como medicinales (Hernández, 2002).



En el Distrito Federal se cultiva pero no se tienen reportes sobre evaluaciones relacionadas con la nutrición, en relación con la producción de material verde, con entrevistas con productores la dosis que ellos han utilizado es de elementos mayores NPK (80-60-00). Usman (2003) en estudio realizado en Colombia se reportan que El tratamiento en el que se utilizó urea como fuente de nitrógeno presentó los mayores niveles de extracción de elementos nutritivos, destacando el nitrógeno y potasio, 81 y 141 kg/ha, respectivamente y reflejando el mayor rendimiento de biomasa. Pero se recomienda que la fertilización se realice con base a un abalance de nutrientes disponibles en el suelo los requerimientos de esta especie. En general se recomienda aplicar enmiendas orgánicas de estiércol al momento del laboreo. Por lo que, la fertilización mineral, dependerá de la riqueza del suelo. En general ésta comprende de 60 a 80 unidades de nitrógeno, en cobertera, en dos veces; de 80 a 100 unidades de ácido fosfórico, en el momento de la labor y de 100 a 120 unidades de potasa (referencia), mientras que (referencia) documenta el efecto de la aplicación de fósforo (40 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y nitrógeno (60 kg/ha de urea) en el rendimiento y calidad de semillas.

En Colombia se llevó a cabo un estudio para evaluar el efecto de la fertilización orgánica sobre la producción de follaje fresco y el rendimiento y calidad de semillas. El mayor rendimiento de follaje fresco se obtuvo con el tratamiento con urea (1,8 kg/m<sup>2</sup>) y el menor se presentó con gallinaza (1,2 kg/m<sup>2</sup>). Esto es debido a la lenta tasa de mineralización que determina la baja disponibilidad de nutrientes de los abonos orgánicos en un cultivo de ciclo muy corto (35-40 días) (Usman, 2003).

### Objetivo

Evaluar dos niveles de fertilización nitrogenada en el rendimiento y calidad del cilantro para determinar el óptimo fisiológico y evaluar su efecto en la interacción con el fósforo.

### Hipótesis

El rendimiento del cilantro se incrementa a mayor cantidad de Nitrógeno aplicado.

### METODOLOGÍA

El trabajo se realizó en el mes enero de 2010 el área agrícola del Predio Las Animas Tulyehualco. Tulyehualco, en la Delegación Xochimilco, del D. F.

Antes de la siembra, de tomo una muestra de suelo a los 20 cm de profundidad, el cual se analizó en el laboratorio de suelos del INIFAP, en los viveros de Coyoacán.

El experimento se realizó a cielo abierto, después de la selección de la parcela experimental, se realizó la limpieza y preparación del terreno, se utilizó multicultivador, posteriormente se niveló y se realizaron los surcos, posteriormente se realizaron las mediciones y división de los bloques, cada bloque experimental midió 5 X10 m (50 m<sup>2</sup>) con 16 surcos con distancia de 0.7 m, cada bloque se subdividió en tres unidades experimentales. El diseño experimental fue bloques al azar, los tratamientos fueron dos niveles de fertilización nitrogenada y un tratamiento testigo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Forma del arreglo del diseño experimental en el cultivo del cilantro

Bloque	Tratamiento (Unidad Experimental)	Tratamiento (Unidad Experimental)	Tratamiento (Unidad Experimental)
1	T2(60-60-00)	T1(80-60-00)	T0(00-00-00)
2	T0(00-00-00)	T2(60-60-00)	T1(80-60-00)
3	T1(80-60-00)	T0(00-00-00)	T2(60-60-00)



El (T1) tratamiento 1 es la dosis recomendada en cilantro para la zona (80-60-00) de NPK, el (T2) tratamiento 2 (60-60-00) de NPK y finalmente el (T0) testigo (00-00-00) de NPK. La fuente de nitrógeno fue urea (46-00-00) y de fosforo el superfosfato triple (00-46-00).

La dosis de fertilizante se dividió en tres aplicaciones. La primera aplicación se realizó después del primer riego, en la primera semana de siembra (semana 1), la segunda aplicación de fertilizante fue a la quinta semana y finalmente la tercera se realizó a la décima semana, de igual forma se aplicaron a partir de la séptima semana quelatos en todos los tratamientos.

La siembra fue con semilla, se colocaron de una dos semillas por golpe a una profundidad de 0.5 cm y a una distancia de 20 cm una de la otra en ambos lados del surco, lo que equivale a una densidad de siembra de 7 kg/ha de semilla. Posterior a la siembra se realizó el riego y la fertilización. Los subsiguientes riegos se realizaron dos veces por semana hasta la emergencia, posteriormente cada semana, hasta la cosecha.

En la semana doce, se extrajeron 15 manojos de cilantro por cada tratamiento (5 por cada repetición), a los que se les realizaron las siguientes mediciones: tamaño de raíz, tamaño de planta, peso en raíz, peso en tallo, Cobertura de hojas (diámetro), peso total de planta (hojas y tallos) en verde y seco. Finalmente las medias de todos los datos y variables se pasaron a un paquete estadístico llamado paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5 hecho por la Universidad Autónoma de Nuevo León, facultad de agronomía (Olivares, 1994).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se muestran los resultados del análisis del suelo del área de estudio.

Cuadro 2. Análisis de suelo, en el campo experimental “Animas” Tulyehualco Xochimilco, D.F.

Profundidad (cm)	pH	C.E. dS/m	NIN mg kg <sup>-1</sup>	P mg kg <sup>-1</sup>	K mg kg <sup>-1</sup>	C.C. 0.3 atm	P.M.P. 15 atm	Dap. g/cm <sup>3</sup>	M.O. (%)
0 -20	8.15	0.08	28	27	974	16.02	6.91	1.43	1.34

Se realizaron las cuantificaciones de cada repetición por tratamientos, los resultados más sobresalientes se muestran en el Cuadro 3, mientras que los rendimientos obtenidos se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 3. Medias obtenidas en cada tratamiento con la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno mineral en cilantro y comparación de medias aplicando prueba de Tukey.

Tratamientos	Cobertura de planta (cm)	de	Altura de planta (cm)	Tamaño de Raíz (cm)	Peso de planta (gr)
T0	10.35 c		18.25 c	10.45 c	44.58 c
T2	13.86 b		33.64 b	13.90 b	68.25 b
T1	15.15 a		39.40 a	16.45 a	89.34 a

Tukey con nivel de significancia de 0.05 %



Cuadro 4. Número de plantas por hectarea y rendimientos por hectarea por tratamiento evaluado con diferentes dosis de nitrógeno mineral en cilantro y comparación de medias aplicando prueba de Tukey.

Tratamientos	Numero plantas por hectarea	Peso de Materia verde por hectarea (Kg/Ha)
T0	100 000	4 458 c
T2	100 000	6 825 b
T1	100 000	8 934 a

Tukey con nivel de significancia de 0.05 %

En el Cuadro 2, se muestran los resultados del suelo estos datos nos dicen que el suelo disponía de 80 Kg/ha de nitrógeno mineralizado, 77 kg/ha de fosforo y 2 785 kg/ha de potasio. Pero si observamos los resultados de los Cuadro 3 y 4, observamos que la no aplicación de nutrientes por medio de la fertilización, implicaron los menores valores medido, por lo que la hipótesis planteada se cumple y el efecto de época del año se presentó, aunque no fue medido, ya que el efecto de bajas temperaturas impacto en los rendimientos, que para el Distrito Federal que se reportan por la SAGARPA 2002, de 11 a 12 ton/ha de follaje verde.

### CONCLUSIONES

1. Los valores obtenidos en el diámetro en cobertura de panta, tamaño de planta y tamaño de raíz, así como el peso en verde de la planta, presentaron diferencias significativas, siendo superior el tratamiento T1.
2. Los mejores rendimientos en kg/ha fueron para el T1 y el más bajo fue en el T0 sin aplicación de nutrientes, pero los rendimientos fueron inferiores a los reportados para el periodo de primavera-verano. Se deberán realizar más evaluaciones con diferentes dosis y épocas del año.

### BIBLIOGRAFÍA

- Diederichsen, A. 1996. Coriander (*Coriandrum sativum* L.). Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 3. Institute of plant genetics and crop plant research, Gatersleben/ International Plant Genetic Resources Institute, Rome. 83 p.
- Hernández D., J. 2003. Crecimiento y desarrollo del cilantro *Coriandrum sativum* L. por efecto del fotoperíodo y la temperatura y su control con fitorreguladores. Tesis de Doctor en Ciencias, FAUANL - UANL, Marín, N. L. 172 p.
- Hernández, D. J. 2003. Crecimiento y desarrollo del cilantro *Coriandrum sativum* L. por efecto del fotoperíodo y la temperatura y su control con fitoreguladores. Tesis para grado de Doctorado en Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 124 pp.
- Mejía, S., Estrada, E., Figueroa, O. 2008. Respuesta fisiológica del cilantro a diferentes niveles de potasio y nitrógeno. Acta agronómica. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. 4 p.
- Olivares, E. 1994. Paquete de diseños experimentales, FAUANL Versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL.
- SAGARPA. 2002. Anuario Estadístico. Dirección de Estadística y Cálculo de México.
- Salazar, G. 2008. El cilantro (*Coriandrum sativum* L.) como planta medicinal emergente. UDLA, Puebla. 7 p.
- Usman, D. C., Usman, R., Bonilla, C.R., Sánchez, M. 2003. Efecto de la fertilización orgánica sobre la producción de follaje y rendimiento de semilla de cilantro *Coriandrum sativum* L. Variedad Unapal Precoso. Acta agronómica (Palmira) 52 (1/4): pp 59-63.





XXVI REUNIÓN CIENTÍFICA-TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2014 Y III SIMPOSIO INTERNACIONAL EN  
PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA TROPICAL, 6 Y 7 DE NOVIEMBRE, VILLAHERMOSA, TABASCO, MÉXICO

---

# BIO TECNOLOGÍA





## DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ENZIMÁTICA EXTRACELULAR E IDENTIFICACIÓN DE GENES DE B-GLUCOSIDASA DE *Moniliophthora roreri*

\* Concepción A., Bautista C., Boldo X., Hernández M., Ortiz F., y Martínez D.

Colegio de Postgraduados Campus Tabasco. Periférico Carlos A. Molina S/N, Km. 3 Carr. Cárdenas-Huimanguillo.

T-104

### RESUMEN

El genoma del hongo *Moniliophthora perniciosa*, especie hermana de *Moniliophthora roreri*, contiene un arsenal de enzimas que degradan las paredes celulares de la planta y fruto del cacao, como: enzimas lignolíticas, degradadoras de pectina y degradadoras de hemicelulosa y celulosa. Se ha comprobado que *M. roreri* es capaz de producir a la enzima endo-1,3(4)- $\beta$ -glucanasa, una de las 3 enzimas que forman parte del sistema celulolítico; además, se obtuvo un fragmento de 747 pb del gen *MrGLU1* que codifica para la misma enzima, registrada con el número de acceso JN029800 en el GenBank. En el presente trabajo se propuso identificar genes codificantes de la enzima  $\beta$ -glucosidasa, a partir del hongo *M. roreri* cultivado bajo el sistema de fermentación en estado sólido (FES) usando bagazo de caña de azúcar (BCA) como sustrato inductor, para ello se evaluó la cinética de producción y el pH. La actividad enzimática de  $\beta$ -glucosidasa fue ensayada cada 24 h durante 40 días empleando *p*-nitrofenil  $\beta$ -D-glucopiranosido (PNPG) como sustrato. La enzima fue detectada durante toda la cinética de producción, alcanzando valores de hasta 332.69 U/mg de proteína total y pH de 6.73. El diseño de iniciadores universales a partir de secuencias  $\beta$ -glucosidasa descritas en el genoma de *M. perniciosa*, permitió la amplificación de 9 fragmentos de posibles genes codificantes de  $\beta$ -glucosidasa a partir del DNA de *M. roreri*.

**Palabras clave:** *Moniliophthora roreri*,  $\beta$ -glucosidasa, enzimas lignolíticas, sistema celulolítico.

### INTRODUCCIÓN

*Moniliophthora perniciosa* y *M. roreri* son patógenos hemibiotróficos que infectan las frutas de cacao y causan la propagación marrón y lesiones en la superficie de la vaina. Análisis filogenéticos muestran que a pesar de sus morfologías contrastantes, *M. perniciosa* y *M. roreri* son especies hermanas, y sugieren que su fitopatogenicidad ha evolucionado sólo una vez, en un ancestro común (Aime y Phillips-Mora 2005).

*M. roreri* contiene una gran cantidad de enzimas que degradan la pared celular vegetal similar a la que se encuentra en los patógenos hemibiotróficos *F. graminearum* y *M. grisea*, al biotrófico *U. maydis* y al simbiote *L. bicolor* que tienen un conjunto mínimo de enzimas degradadoras de pared celular en la planta conforme a su estilo de vida (Mondego *et al.*, 2008).

La degradación de hemicelulosa, celulosa, pectina y despolimerización de lignina son algunos de los mecanismos que hongos necrotróficos utilizan para colonizar tejidos vegetales. (Tu *et al.*, 2006).

Se han identificado genes que codifican enzimas implicadas en la degradación de hemicelulosa y celulosa, incluyendo  $\beta$ -1, 4 celulasas, exocelobiohidrolasas, endo-  $\beta$ -1,4-xilanasas y endoglucanasas; genes que codifican para enzimas lignolíticas: peroxidasa dependiente de manganeso y polifenoloxidasas multicobre (lacasas); y genes que codifican enzimas implicadas en la degradación de pectina: pectato liasas, poligalacturonasas (pectinasas) y pectina metilesterasas (pectinesterasa) (Mondego *et al.*, 2008).

El sistema enzimático para la conversión de celulosa a glucosa involucra al menos tres tipos de celulasas, tales como endo-1,4- $\beta$ -glucanasa (EG, EC 3.2.1.4), celobiohidrolasa (CBH, EC 3.2.1.91) y  $\beta$ -glucosidasa (BGL, EC 3.2.1.21) (Beguin y Aubert, 1994). Varias EGs actúan aleatoriamente a lo largo de las cadenas de celulosa para producir fragmentos de celulosa. CBH, que actúa como exoglucanasa libera celobiosa como el producto principal, y BGL hidroliza celobiosa para producir glucosa (Palma *et al.*, 2002).

La  $\beta$ -glucosidasa es crucial para completar la hidrólisis de celulosa a glucosa y por lo tanto juega un papel importante, y se puede emplear para la producción de etanol a partir de biomasa celulósica. En hongos la  $\beta$ -glucosidasa es preferible a fuentes bacterianas debido a la facilidad de recuperación, alta actividad térmica y estabilidad del pH (Lis y Sharon., 1993).

### **Objetivo**

Determinar la actividad enzimática extracelular por fermentación en estado sólido con bagazo de caña de azúcar e identificar genes de  $\beta$ -glucosidasa de *Moniliophthora roreri*.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo se realizó empleando una cepa de *M. roreri*, aislada a partir de mazorcas de cacao infectadas con el hongo.

#### **Medio de cultivo**

El medio de cultivo empleado para la conservación y purificación específica de la cepa de *M. roreri* fue el medio V8. El medio sólido se preparó agregando 2 % de agar bacteriológico y se esterilizó en autoclave a 121°C durante 15 minutos.

#### **Extracción de ADN cromosómico**

La extracción del ADN se realizó empleando la metodología descrita por Kurzatkowski *et al.*, 1996.

#### **Diseño de oligonucleótidos iniciadores**

Se diseñaron oligonucleótidos iniciadores degenerados tomando como base las secuencias de genes codificantes de enzimas  $\beta$ -glucosidasa descritas en *M. pernicioso*, previamente publicados en la base de datos del Centro Nacional de Información Biotecnológica del Instituto Nacional de Salud de Estados Unidos (National Center for Biotechnology Information; NCBI; <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>).

#### **Amplificación de genes por PCR**

Las reacciones de PCR se llevaron a cabo con 10 ng del ADN molde, en un volumen final de 25  $\mu$ l. El ADN se amplificó bajo el siguiente esquema: desnaturalización inicial a 94°C por 5 min; 35 ciclos de una desnaturalización a 94 °C por 1 min; alineamiento a una Temperatura de

alineamiento (Ta) específica para cada par de iniciadores por 1 min y extensión a 72 °C por 1 min; y una extensión final a 72 °C por 5 min. Los fragmentos amplificados serán analizados mediante herramientas bioinformáticas para analizar su homología con secuencias de genes codificantes de enzimas  $\beta$ -glucosidasa.

### Ensayo de la $\beta$ -Glucosidasa

La actividad de  $\beta$ -glucosidasa se determinó 40 días por medición de la hidrólisis de *p*-nitrofenil  $\beta$ -D-glucopiranosido (PNPG), en una fermentación en estado sólido (FES), utilizando como sustrato bagazo de caña de azúcar.

Una unidad de actividad enzimática de  $\beta$ -glucosidasa se define como la cantidad de enzima que libera 1  $\mu$ mol de *p*-nitrofenol por min bajo las condiciones de ensayo. La actividad específica se define como el número de unidades por miligramo de proteína (Karnchanatat *et al.*, 2007).

## RESULTADOS DISCUSIÓN

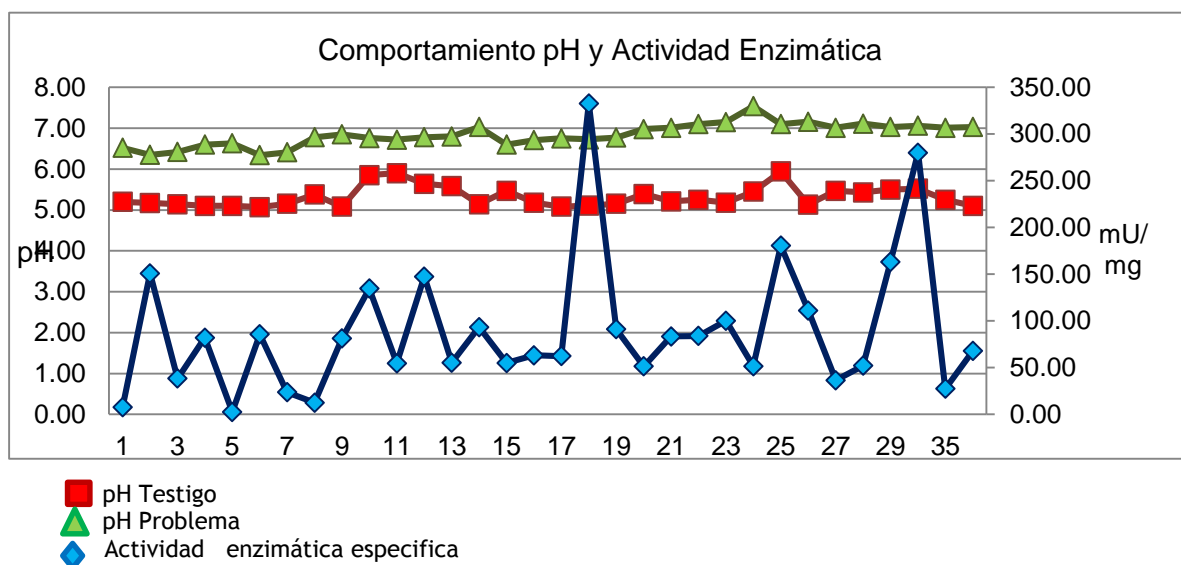
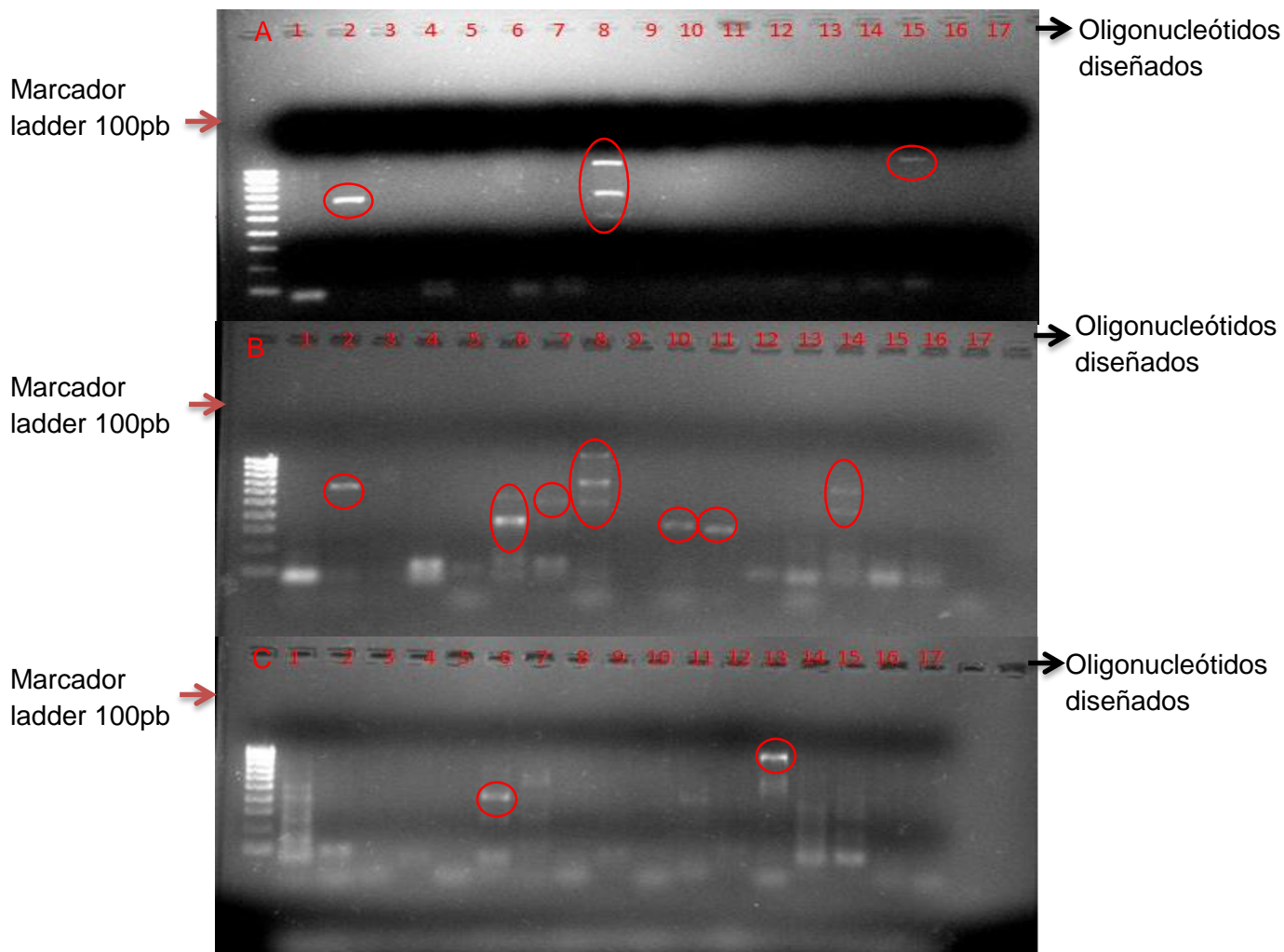


Figura 1. Comportamiento del pH y Actividad enzimática específica

Como puede observarse, a medida que transcurre la fermentación, el valor de pH encontrado tiende a incrementar de un valor inicial de 6.52 a un valor final 7.03. Este comportamiento de pH demuestra que *M. roreri* es capaz de crecer en medios con intervalos de pH de 3.5 a 8.0, pero es capaz de crecer a pH de 7.0 y a medida que el hongo crece, el medio tiende a alcalinizarse.

Para el día 18 de la FES, la actividad enzimática específica de  $\beta$ -Glucosidasa alcanzó el nivel más alto de 332.69 mU/mg proteína total con un pH de 6.73.

Se diseñaron 17 pares de oligos, a partir de secuencias de genes codificantes de enzimas  $\beta$ -glucosidasa del genoma de *M. pernicioso*. Se logró la amplificación de fragmentos con 9 pares de oligonucleótidos ensayados a diferentes Tm (Probados a diferentes Ta, en un intervalo de 60° a 55° C), dando como resultado posibles genes que codifican para la enzima  $\beta$ -glucosidasa. Los fragmentos amplificados serán analizados con herramientas bioinformáticas para investigar su homología con secuencias de genes codificantes de enzimas  $\beta$ -glucosidasa previamente descritas.



Figuras A, B y C, Fragmentos de DNA amplificados por PCR empleando oligonucleótidos diseñados para amplificar fragmentos de genes  $\beta$ -glucosidasa de *M. roreri*. Los fragmentos fueron purificados y secuenciados para su posterior análisis con herramientas bioinformáticas.

### CONCLUSIONES

La cepa de *M. roreri* produce enzimas extracelulares con actividad  $\beta$ -glucosidasa cultivado bajo el sistema FES usando BCA como sustrato inductor.



## LITERATURA CITADA

- Aime M., C., y Phillips-Mora W. 2005. The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of *Marasmiaceae*. *Mycologia*. 97: 1012-1022.
- Beguin P., y Aubert J. 1994. The biological degradation of cellulose. *FEMS Microbiol Rev.* 13:25-28.
- Karnchanatat A., Petsom A., Sangvanich P., Piaphukiew J., Anthony J., S., Whalley., Colin D. Reynolds and Sihanonth P. 2007. Purification and biochemical characterization of an extracellular  $\beta$ -glucosidase from the wood-decaying fungus *Daldinia eschscholzii* (Ehrenb.Fr.) Rehm. Prakistin Sihanonth, Department of Microbiology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.
- Kurzatkowski W., Anelli T., Filipek J., Mach R., L., Herzog P., Sowka S., and Kubicek C., P. 1996. Glucose-induced secretion of *trichoderma reesei* xylanases. *Applied and environmental microbiology*, 2859-2865.
- Lis H., and Sharon N. 1993. *European Journal of Biochemistry*, 218, 1-27.
- Mondego J., M., Carazzolle M., F., Costa G., G., Formighieri E., F., Parizzi L., P., Rincones J., Cotomacci C., Carraro D., M., Cunha A., F., Carrer H., Vidal R., O., Estrela R., C., García O., Thomazella D., P., Oliveira B., Pires A., Rio M., C., Araújo M., R., Moraes M., H., Castro L., A., Gramacho K., P., Goncalves M., S., Neto J., P., Neto A., G., Barbosa L., V., Guiltinan M., J., Bailey B., A., Meinhardt L., W., Cascardo J., C, and Pereira G., A. 2008. A genome survey of *Moniliophthora perniciosa* gives new insights into Witches' Broom Disease of cacao. *BMC Genomics* 9: 548.
- Palma F., Gomes E., and Da-Silva R. 2002. Purification and characterization of two  $\beta$ -glucosidases from thermophilic fungus *Thermoascus aurantiacus* Miede. *Folia Microbiol* 47:685-690.
- Tu M., Zhang X., Kurabi A., Gilkes N., Mabee W., and Saddler J. 2006 Immobilization of  $\beta$ -glucosidase on Eupergit C for lignocellulose hydrolysis. *Biotechnol Lett.* 28:151-156.



## PROPAGACION *IN VITRO* DE GLOXINIA (*Sinningia speciosa* Lodd)

Azpeitia-Morales A.<sup>1\*</sup>, Peña-López J. L.<sup>2</sup>, Barrón-García Y. P.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Huimanguillo, Km 1 Carretera Huimanguillo-Cárdenas. <sup>2</sup>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, <sup>3</sup>Universidad Autónoma de Guadalajara, Campus Villahermosa. Autor para correspondencia: azpeitia.alfonso@inifap.gob.mx

T-112

### RESUMEN

Originalmente la gloxinia ha sido multiplicada por hojas, tallos, rizomas, semillas y esquejes de la corona de la planta después de la floración. Sin embargo, bajo estos sistemas de propagación es difícil obtener una gran cantidad de plantas. En la actualidad, la micropropagación o propagación *in vitro* es un método alternativo para la multiplicación masiva de especies vegetales. Por lo que el objetivo de éste trabajo fue evaluar tres diferentes tipos de recipientes y su capacidad de generar plantas en medio de cultivo semisólido y líquido en inmersión temporal. Los resultados mostraron que el recipiente en inmersión temporal RITA<sup>R</sup> en estado líquido favorece el desarrollo de plantas en comparación a los recipientes Gerber<sup>R</sup> y Magenta<sup>R</sup> con medio de cultivo semisólido. Fue posible contabilizar 100 plantas completas con sistema radicular por fragmento de hoja cultivado contra 6 plantas completas para el testigo. La aclimatación de plantas se logró en un 95 % en plantas con cubierta plástica durante 15 días siendo superior al testigo, el cual solo presentó el 6 % de sobrevivencia. Con este sistema es posible multiplicar hasta 10 mil veces una planta en un año.

**Palabras clave:** *Sinningia speciosa*, Micropropagación, inmersión temporal.

### INTRODUCCIÓN

Las ornamentales, representadas por plantas de follajes y flores, han tenido un desarrollo expansivo en las últimas décadas. Éste desarrollo se ha debido a la gran demanda en los diferentes mercados como Estados Unidos, Japón y Europa, por ello es necesaria la producción de especies como la gloxinia, de una forma intensiva e industrial; esto con el fin de ofrecer una mayor cantidad, variedad, producir a menor costo y mayor eficiencia. La gloxinia es una planta natural del Brasil, las plantas de esta familia se usan en canastas colgantes, terrarios y macetas. Es una planta pequeña, con un tallo compacto y subterráneo de donde nacen las hojas ovaladas, suculentas, finamente cubiertas de vellos y márgenes ligeramente aserrados. Las hojas, miden hasta 16 cm de largo por 8 cm de ancho, nacen en ramas relativamente cortas. Las flores algo acampanadas pueden ser blancas, rosadas, rojas, lila, o moradas. La producción de flores desde la siembra de semilla demora de 6 a 7 meses (Bittencourt *et al.* 1977). Originalmente la gloxinia ha sido multiplicada por hojas, tallos, rizomas, semillas y esquejes de la corona de la planta después de la floración (Ali *et al.*, 2001). Sin embargo, bajo estos sistemas de propagación es difícil obtener una gran cantidad de plantas.

En la actualidad, la micropropagación o propagación *in vitro* es un método alternativo para la multiplicación masiva de especies vegetales. Esta se realiza por medio del cultivo de células vegetales, tejidos o aislamiento de órganos de una planta madre en un medio nutritivo artificial bajo condiciones estériles (Pierik, 1987; George, 1993). Esta técnica presenta ventajas en comparación con los sistemas convencionales de propagación, destacando principalmente: (a) el incremento rápido del número de plantas de algún genotipo y en menor superficie, (b) reducción del tiempo de multiplicación, (c) mayor control de sanidad del material que se propaga, (d) facilita el intercambio seguro de material *in vitro* de un país a otro con menores restricciones fitosanitarias (Murashige, 1974; Villalobos y Thorpe, 1991).

Actualmente, algunas especies tropicales de importancia económica están siendo micropropagadas debido a que esta representa una forma de incrementar la tasa de multiplicación en varias veces más que su propagación natural. Por ejemplo en el caso de piña (*Ananas comosus* L. Merr) es posible por organogénesis incrementar hasta 40 veces más el número de plantas individuales en un año (Jona y Menini 1987; Escalona *et al.*, 1999), mientras que para café es posible producir 5 402 000 embriones somáticos /1 g de materia fresca (Zamarripa, 1994). Estudios de diferenciación y crecimiento de plantas ornamentales se ha llevado a cabo en especies como violeta africana (Cooke, 1977); *Begonia* (Takamaya & Misawa, 1982), *Gerbera* (Laliberte *et al.*, 1985; Meyer & Staden, 1988); *Gladiolus* (Dantu & Bhojwani, 1987) *Bougain-villea* (Swamy & Sahijram, 1988). Sin embargo, aún son escasos los trabajos que reportan la propagación *in vitro* de Gloxinia.

Sharma & Sharma (2013), desarrollaron un protocolo enfocado en la propagación de *Sinningia speciosa* utilizando como explantes los discos de las hojas. Estos fueron cultivados en un medio Murashige y Skoog (MS) suplementado con diferentes concentraciones de bencil aminopurina (BAP) y ácido naftalen acético (NAA). Los mejores resultados se obtuvieron en la concentración de 2 mg/L de BAP y 0.5 mg/l de NAA, con un promedio de 7.3 brotes por explante en 2 semanas. Al aumentar las concentraciones de BAP se redujo el número de brotes por explante. El enraizamiento *in vitro* se ha logrado en un medio MS adicionado con NAA y BAP, posteriormente se han establecido *ex vitro* en una mezcla de sustrato compuesta por coco y arena. No se ha demostrado que algún segmento de la hoja fuera el mejor explante y que esta rindiera mayor número de brotes. Zhou *et al.* (2000) cultivaron a los explantes con diferentes concentraciones de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) y BAP, para determinar si estas fitohormonas incidían en la formación de botones florales. Sus resultados mostraron una clara respuesta para la formación floral.

Los mejores resultados en cuanto a enraizamiento, se han logrado en medio MS suplementado con NAA 1 mg/L. Park *et al.* (2012) reporta un 95 % de enraizamiento después de 5 semanas. A pesar de los avances en la propagación *in vitro* de *Sinningia speciosa*, los reportes indican varias limitaciones, como la baja tasa de regeneración, un ciclo amplio de cultivo y las diferentes variedades y características de los medios de cultivo (Park *et al.*, 2012; Xu *et al.*, 2010). Con base a lo anterior, el objetivo de éste trabajo fue evaluar tres diferentes tipos de recipientes y su capacidad de generar plantas en medio de cultivo semisólido y líquido en inmersión temporal.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

El presente trabajo se desarrolló en el laboratorio de Biología Molecular del INIFAP a partir de enero de 2013.

**Desinfección de explantes.** Las hojas fueron colectadas de una planta de gloxinia cultivada en la casa de malla. Las hojas fueron colocadas en un recipiente de plástico con agua destilada, posteriormente fueron trasladadas al laboratorio. La desinfección, se realizó en la campana de flujo laminar, donde se le agregó 400 ml de una solución de hipoclorito de sodio al 2 % durante un periodo de tiempo de 20 minutos, transcurrido este proceso, se realizaron 3 lavados con agua destilada estéril.

**Siembra del explante.** Se utilizó una campana de flujo laminar para la siembra de fragmentos de hoja de aproximadamente 5 mm y colocadas en medio Murashige y Skoog (1962), suplementado con 30 g/L de sacarosa, 2 mg/L de bencil aminopurina, 0.1 mg/L de ácido indolbutírico (IBA), 3 g/L de gelrite como gelificante. Los fragmentos de hoja fueron sembrados en frascos tipo Gerber®, que contenía 20 ml de medio Murashige y Skoog (MS). Las estructuras se cultivaron en condiciones de luz por 28 días a una temperatura de 26±1 °C.



**Establecimiento del experimento.** Una vez establecidos los cultivos asépticos libres de contaminación, ocho días después fue establecido un experimento donde se evaluó el recipiente de cultivo, para lo cual se establecieron tres tratamientos formados por tres tipos de recipiente: a) frasco Gerber<sup>R</sup>, b) recipiente Magenta<sup>R</sup> y c) recipiente de inmersión temporal Rita<sup>R</sup>. A cada recipiente fueron sembrados 10 explantes de hoja previamente establecidos en condiciones de asepsia. El experimento se estableció en un diseño experimental completamente al azar con 8 repeticiones. Las variables a medir fueron: 1) Porcentaje de respuesta a la organogénesis (formación y brotes), 2) número de plantas regeneradas.

**Aclimatación en casa de malla.** Las plantas regeneradas fueron establecidas en un sustrato a base de arena y suelo franco en relación 1:1. Fueron establecidos tres tratamientos con 8 repeticiones en un diseño experimental completamente al azar, donde se utilizaron dos condiciones de cultivo: a) Testigo sin cubierta de plástica b) con cubierta plástica por 15 días y c) con cubierta plástica por 30 días. Las variables a medir fueron: a) porcentaje de sobrevivencia después de 30 días.

## RESULTADOS

El mayor número de plantas regeneradas se presentó en tratamiento formado por el recipiente de inmersión temporal tipo Rita<sup>R</sup> obteniendo un promedio de 100 plantas después de cuatro meses de cultivo (Figura 1).

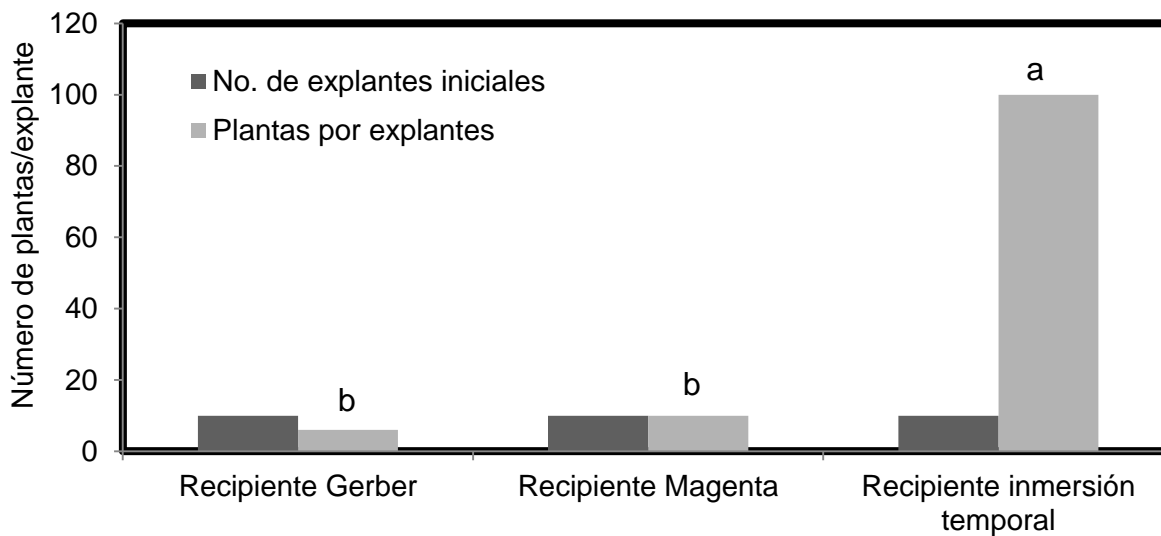


Figura 1. Número de plantas regeneradas con sistema radicular después de cuatro meses de cultivo en tres tipos de recipientes: a) Recipiente Gerber, b) Recipiente Magenta y c) Recipiente inmersión temporal. Los valores con la misma letra son iguales estadísticamente (Tukey 0.05).

Este tratamiento fue superior estadísticamente en comparación a los recipientes Gerber<sup>R</sup> y Magenta<sup>R</sup>. En cada recipiente Rita se contaron un promedio de mil plántulas de aproximadamente 3 cm con sistema radicular. La cantidad de plantas que se forman en el recipiente de inmersión temporal es muy grande (Figura 2) superando ampliamente a los tratamientos establecidos con recipientes Gerber y Magenta. Estas se presentaron agrupadas y con sus sistemas radiculares entretejidos, pero de forma individual lo que permitió separarlas para su lavado y siembra ex vitro.



Figura 2. Sistema de inmersión temporal Rita (a). En b se muestran las plantas en crecimiento en el recipiente Rita. En c y d se muestra la biomasa generada en un recipiente Rita. En él se muestra una planta completa con sistema radicular y hojas. En f se presentan las plantas en fase de aclimatación.

En cuanto a la aclimatación, el tratamiento con cubierta plástica por 15 días fue superior estadísticamente al resto de tratamientos, el cual obtuvo el 95 % de aclimatación, seguido del tratamiento con cubierta plástica durante 30 días con el 80 % de sobrevivencia de las plantas, mientras el tratamiento testigo mostró solamente el 20 % de sobrevivencia (Figura 3).

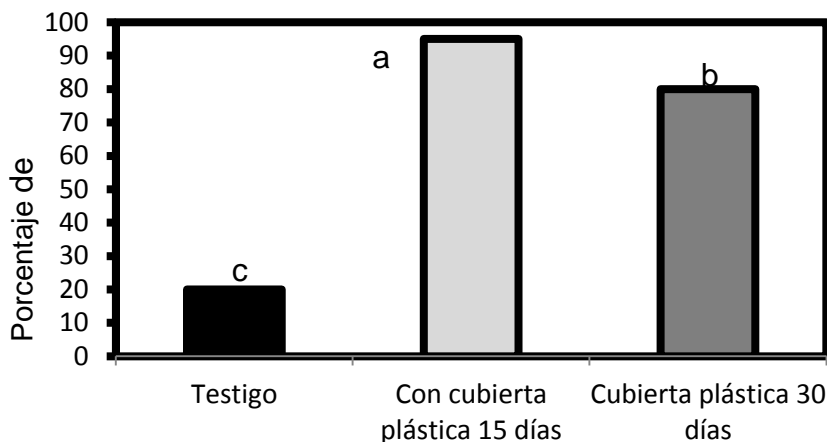


Figura 3. Porcentaje de sobrevivencia despues de 30 días en casa de malla. Los valores con la misma letra son iguales estadísticamente (Tukey 0.05).

## DISCUSIÓN

El sistema de inmersión temporal RITA<sup>R</sup> ha sido exitoso en su aplicación para la micropropagación de varias especies de plantas tropicales como plátano (Alvard *et al.*, 1993), piña (Escalona *et al.*, 1999), caña de azúcar (Lorenzo *et al.*, 1998) así como en su producción masiva de embriones somáticos de *Musa spp.* (Escalant *et al.*, 1994), *Hevea brasiliensis* (Etienne *et al.*, 1997), *Citrus* (Cabasson *et al.*, 1997). Es importante destacar que en el sistema de inmersión temporal RITA<sup>R</sup> la tasa de multiplicación se incrementó mil veces y en comparación al testigo en 46 veces, estos resultados superan ampliamente a lo reportado por Sharma & Sharma (2013), ellos observaron un promedio de 7.3 brotes por explante durante 2 semanas de cultivo.

Las ventajas del sistema de inmersión temporal en comparación con los medios semisólidos, está relacionada en reducir la hiperhidricidad de los tejidos debido a que se produce una renovación de la atmósfera dentro del recipiente así como se reducen los niveles de contaminación (Damiano *et al.* 2005).

La aclimatación de plantas obtenida para esta especie fue muy alta, con un 95 % de sobrevivencia después de 30 días, de acuerdo con Escalona (1999), las plantas de piña micropropagadas procedentes de un sistema RITA son aclimatadas exitosamente obteniendo hasta un 100% de sobrevivencia.

## CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos, concluimos que el recipiente en inmersión temporal RITA<sup>R</sup> en estado líquido favorece el desarrollo de plantas en comparación a los recipientes Gerber<sup>R</sup> y Magenta<sup>R</sup> con medio de cultivo semisólido. Fue posible contabilizar 100 plantas completas con sistema radicular por fragmento de hoja cultivado contra 6 plantas completas para el testigo. La aclimatación de plantas se logró en un 95 % con cubierta plástica durante 15 días siendo superior al testigo, el cual solo presentó el 6 % de sobrevivencia. Con este sistema es posible multiplicar hasta 10 mil veces una planta en un año.

**LITERATURA CITADA**

- Ali A., Naz S., Siddique F.A. & Iqbal J. 2001. In vitro Propagation of gloxinia (*Sinningia speciosa*). *Pakistan Journal of Botany*.33: 575-579.
- Alvard D, Cote F & Teisson C. 1993. Comparison of methods of liquid medium culture for banana micropropagation. Effects of temporary immersion on explants. *Plant Cell, Tiss. Org. Cult.* 32: 55-60.
- Bittencourt, J. F. N.; Fernandes, P. D.; Matos, J. R. 1977. Efeitos da aplicação de fertilizantes comerciais, via foliar, em glaxinia (*Sinningia speciosa* Lodd. Hiern). Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, v. 34, p. 121-126.
- Cabasson C, Alvard D, Dambier D, Ollitrault P & Teisson C. 1997. Improvement of *Citrus* somatic embryo development by temporary immersion. *Plant Cell, Tiss. Org. Cult.* 50: 33-37.
- Cooke R.C. 1977. Tissue culture propagation of African violet. *HorticSci.* 12(6): 549.
- Damiano C., S.R. La Starza, S. Monticelli, A. Gentile, E. Caboni and A. Frattarelli. 2005. Propagation of *Prunus* and *Malus* by temporary immersion. In: Walter preilliquid culture systems for *in vitro* plant propagation. Anne Kathrine and Hvoslef-Eide (Ed.). pp 243-251.
- Dantu P.K. & Bhojwani S. S. 1987. In vitro propagation and corn formation in gladiolus. *Gartenbauwissenschaft.* 52(2): 90-93.
- Escalona, M., C. J. Lorenzo, B. González, M. Daquinta, C. J. González, Y. Desjardins and C. G. Borroto. 1999. Pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) micropropagation in temporary immersion systems. *Plant Cell Reports*, 18: 743-748.
- Etienne H, Lartaud M, Michaux-Ferriere N, Carron MP, Berthouly M & Teisson C. 1997. Improvement of somatic embryogenesis in *Hevea brasiliensis* (Müll. Arg.) Using the temporary immersion technique. *In Vitro Cell. Dev. Biol.* 33: 81-87.
- George, F.E. 1993. Plant tissue culture techniques. Edwin George F. (Ed) *Plant Propagation by Tissue Culture (part 1) The Technology.* Exegetics Ltd, Edington, Wilts. BA13 4 QG, England. pp. 3-36.
- Jona, R. and U. G. Menini. 1987. Specific methods and plant requirements. In: R. Jona and U. G. Menini (Eds.) *Tissue culture of selected tropical fruit plants*, FAO, pp. 93-101.
- Laliberte S., Chretien L. & Vienth J. 1985. In vitro plantlet production from young capitulum explants of *Gerbera Jamesonii*. *HorticSci.* 20(1): 137-139.
- Lorenzo JC, González BL, Escalona M, Teisson C, Espinosa P & Borroto C .1998. Sugarcane shoot formation in an improved temporary immersion system. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 54: 197-200.
- Meyer H.J. & Staden J.V. 1988. The in vitro culture of *Gerbera aurantiaca*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture.* 14: 25-30.
- Murashige, T. F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue culture. *Physiologia Plantarum*, 15: 473-497.
- Murashige, T. 1974. Plant propagation through tissue culture. *Annual Review of Plant Physiology*, 25: 135-166.
- Park E.H., Bae H., Park W.T., Kim Y.B., Chae S.C. & Park S.U. 2012. Improved shoot organogenesis of gloxinia (*Sinningia speciosa*) using silver nitrate and putrescine treatment, *Plant Omics Journal*, 5(1):6-9.
- Pierik, R. L. M. 1987. Preparation and composition of nutrient media. In: *In vitro* culture of higher plants. Pierik R.L.M. (Ed) Martinus Nijhoff Publishers, pp 45-82.
- Sharma S.K. & Sharma M. 2013. Improved protocol for in vitro propagation of Gloxinia (*Sinningia* sp). *Journal of Cell and Tissue Research.* 13(1): 3545-3548.
- Swamy R.D. & Sahijram L. 1988. Tissue culture propagation of Bougainvillea. *Gartenbauwissenschaft.* 53(4): 174-176.
- Takamaya S & Missawa M. 1982. Factors affecting differentiation and growth in vitro and a mass-propagation scheme for *Begonia x Hiemolis*. *HorticSci.* 16: 65-75.



- Villalobos, A. V. M. and A. T. Thorpe. 1991. Micropropagación: conceptos, metodología y resultados. In: William M. Roca y Luis A. Mroginsk (Eds.) Cultivo de tejidos en la agricultura. Fundamentos y aplicaciones. Edit. Técnicos, CIAT; pp.127-172.
- Xu Q.L., Hong X.Y., Ting L.W., Yu R.M., Xin H., Yan J.H., Ying W.C. 2010. Two Different Pathways for the High-efficiency Plant Regeneration of Gloxinia. *Acta Horticulturae Sinica*, Vol. 37 (1):135-140.
- Zamarripa, C. A. 1994. Optimización de la embriogénesis somática de café arabusta (*Coffea canephora* P. x *Coffea arabica* L.) a partir de una suspensión celular. *Agricultura Técnica en México*, 20: 27- 41.
- Zhou G. Y.; Zhou W. H.; Cheng L. 2000. Preliminary study on dormancy of gloxinia in vitro. *Acta Agri Shanghai* 16(2): 69-72.



## PRODUCCION DE EMBRIONES SOMATICOS DE CACAO (*Theobroma cacao* L) EN INMERSION TEMPORAL

Peña-López J. L.<sup>1\*</sup>, Azpeitia-Morales A.<sup>2</sup>, Mirafuentes-Hernández F.<sup>2</sup>, Ruiz-Carrasco V.<sup>1</sup>, Sáenz-Carbonell L.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>División Académica de Ciencias Biológicas. UJAT, 0.5 km carretera Villahermosa-Cárdenas, Villahermosa, Tabasco, México. <sup>2</sup>Laboratorio de Biología Molecular, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Huimanguillo, Km 1 Carretera Huimanguillo-Cárdenas, <sup>3</sup>Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Chuburna de Hidalgo, Mérida, Yucatán. Autor para correspondencia: azpeitia.alfonso@inifap.gob.mx

T-115

### RESUMEN

El cacao es un árbol tropical originario de América. El fruto es la base para la elaboración del chocolate y sus derivados. La propagación del cacao se realiza generalmente por la vía sexual o por semillas, adicionalmente es propagado por enraizamiento de estacas e injertos. En la actualidad, el empleo de la embriogénesis somática para la propagación clonal de plantas de cacao es de gran importancia. La embriogénesis somática secundaria puede ser repetida varias veces, por lo tanto contribuye significativamente a incrementar el rendimiento de la formación del embrión somático, especialmente en las plantas de baja capacidad embriogénica. Con base en lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el sistema de inmersión temporal (Rita<sup>R</sup>) para la formación de embriones somáticos secundarios durante 180 días. En un primer ciclo se presentó un rendimiento de 30 embriones somáticos secundarios por recipiente Rita<sup>R</sup> y un promedio de 3 embriones por explante cultivado, contra 1.25 embriones somáticos para el recipiente Magenta con medio de cultivo semisólido. El sistema de inmersión temporal favoreció la producción de embriones somáticos y su sincronización en comparación con el tratamiento testigo en medio semisólido.

**Palabras clave:** *Theobroma cacao* L., cacao, embriogénesis somática secundaria, inmersión temporal.

### INTRODUCCIÓN

El cacao es un árbol tropical originario de América. El fruto es la base para la elaboración del chocolate y sus derivados (Borrone *et al.*, 2007). Esta especie se cultiva en los trópicos húmedos y es una importante fuente de ingresos para países en desarrollo (Lanaud *et al.* 2009). La propagación del cacao se realiza generalmente por la vía sexual o semillas (Minyaka *et al.*, 2008). De acuerdo con Eskes (2000), el 70 % de los árboles de cacao cultivados en el mundo provienen de la propagación por semilla sin que haya existido una selección previa. Adicionalmente, el cacao también es propagado por métodos de reproducción asexual o vegetativa, la cual utiliza métodos de enraizamiento de estacas e injertos (Figueira y Janick, 1995).

En la actualidad, el empleo de la embriogénesis somática (ES) para la propagación clonal de plantas de cacao es de gran importancia. La embriogénesis somática secundaria puede ser repetida varias veces, por lo tanto contribuye significativamente a incrementar el rendimiento de la formación del embrión somático, especialmente en las plantas de baja capacidad embriogénica; por ejemplo, la producción de embriones somáticos en *Cocos nucifera* L. se incrementó en 50 mil veces en comparación con la embriogénesis somática primaria (Pérez-Núñez *et al.*, 2006).



La embriogénesis somática secundaria también ha sido reportado para ayudar a retener la competencia embriogénica durante prolongados tiempos de cultivo, de hasta 10 años en diferentes especies (Martinelli *et al.*, 2001). Por otra parte, los embriones obtenidos a través de la embriogénesis somática secundaria suelen ser más desarrollados que los obtenidos a través de la embriogénesis somática primaria (Pérez-Núñez *et al.*, 2006).

Desde las primeras observaciones de la embriogénesis somática en zanahoria, el potencial de la embriogénesis ha sido mostrado y caracterizado en un amplio rango de plantas dicotiledóneas como monocotiledóneas en sistemas de cultivo de tejidos (Quiroz-Figueroa *et al.*, 2006; Mathieu *et al.*, 2006). Diversos estudios para el desarrollo de protocolos para la propagación clonal de cacao mediante el cultivo de tejidos han sido reportados desde las pasadas seis décadas (Archibald, 1954; Hall y Collin, 1975; Passey y Jones, 1983).

Los resultados más relevantes se han obtenido a través de la embriogénesis somática utilizando diversas fuentes de explante como embriones cigóticos, estaminoides y pétalos, pero aun con baja eficiencia (López-Báez *et al.*, 1993.; Alemanno *et al.*, 1996, Li *et al.*, 1998). A principios de 1990, fue reportada la embriogénesis somática a partir de tejido asexual (de estructuras florales) y la conversión de embriones somáticos a plantas (López-Báez *et al.*, 1993; Sôndahl *et al.*, 1993).

En la actualidad, existen avances en el estudio de la embriogénesis somática del cacao con el fin de desarrollar una sistema de cultivo de tejidos eficiente para una rápida multiplicación vegetativa de los genotipos de élite (Minyaka *et al.*, 2004). Sin embargo, los resultados indican que muchos genotipos de cacao son recalcitrantes (Minyaka *et al.*, 2008) y la respuesta a la embriogénesis somática se ve afectada por los genotipos y el medio de cultivo (Tan y Furtek, 2003).

Los métodos utilizados para la propagación *in vitro* de plantas son considerados como alternativos de aquellos que se desarrollaron para la propagación vegetativa tradicional (George, 1999). Estos presentan varias ventajas sobre los métodos tradicionales, como una mínima superficie para el mantenimiento de una gran cantidad de plantas, la obtención de plantas libres de hongos y/o bacterias, obtención de plantas libres de virus y la posibilidad de producir plantas todo el año. Existen tres tipos de medios en los que se pueden desarrollar los cultivos *in vitro*: semisólido, líquido y en sistemas de inmersión temporal (George, 1993).

Los cultivos en medio semisólido son aquellos a los cuales se les ha agregado un agente gelificante y es el más utilizado en el establecimiento de explantes (George, 1993). Los explantes se mantienen estáticos sobre el medio y solo un extremo mantiene contacto para realizar la absorción de los nutrientes. Este medio presenta algunas desventajas como el bajo porcentaje de multiplicación en algunas especies y la necesidad de realizar cambios periódicamente del medio debido al agotamiento de los nutrientes (Ziv, 2005).

Los medios líquidos dan como resultado mayores niveles de producción que los medios semisólidos, debido que el explante entra en mayor contacto con el medio y a los menores gradientes de difusión entre el medio y el explante, lo que facilita la absorción de nutrientes (George, 1993). Aunque la inmersión continua provoca síntomas de estrés por oxidación y vitrificación (Damiano *et al.*, 2003).

El sistema de inmersión temporal ha demostrado ser positivo en la producción y calidad de embriones somáticos generados en cultivos de café (Albarrán, *et al.*, 2005). Sin embargo, también se ha reconocido que los tratamientos de inmersión temporal generan condiciones de estrés oxidativo, principalmente en función de la duración de la fase de inmersión (Martre *et al.*, 2001).

Los problemas relacionados con los medios líquidos pueden ser reducidos por la implementación de biorreactores, cuyo objetivo principal es la inmersión periódica de los explantes en el medio de cultivo (Damiano *et al.*, 2003; Albarrán *et al.*, 2005). Las ventajas de mantener un cultivo en un sistema de inmersión temporal se ven reflejadas en un mayor contacto entre los explantes y el medio, las nulas restricciones en el intercambio gaseoso y la posibilidad de controlar la atmósfera de los recipientes (Ziv, 2005). Estas características se reflejan en mayores tasas de multiplicación y en un mejor desarrollo de los explantes (Ziv, 2005; Albarrán *et al.*, 2005). Por ejemplo, en estudios realizados en variedades de manzanas se observó un aumento de 85 y 131 % en la tasa de multiplicación (Damiano *et al.*, 2003). En trabajos realizados en caña de azúcar (*Sacharum spp.*) se logró una tasa de multiplicación de  $8.13 \pm 0,6$  explantes cuando se utilizó el sistema de inmersión temporal, comparada con  $4.0 \pm 0.8$  obtenidos en un cultivo de medio semisólido (Rodríguez *et al.*, 2000).

Sin embargo, en los estudios realizados específicamente en embriogénesis somática secundaria a partir de cotiledones generados de embriones somáticos primarios se han reportado observaciones aisladas del proceso de embriogénesis somática y sin aportar datos del promedio de embriones formados por explante y la duración en la formación de un embrión somático secundario. Por lo tanto en este estudio el objetivo fue evaluar el sistema de inmersión temporal Rita<sup>R</sup> en la formación de embriones somáticos secundarios desde los 30 días hasta los 180 de cultivo, así como la cuantificación del promedio de embriones somáticos que se formaron durante este periodo de cultivo sin inclusión de reguladores de crecimiento al medio de cultivo.

## MATERIALES Y METODOS

### Material vegetativo e inducción de la embriogénesis somática primaria

Colecta y desinfección de botones florales. Previamente fueron colectados botones florales del genotipo híbrido INIFAP 1 entre las 8 y 10 a.m. depositados en frascos Gerber<sup>R</sup> que contenían agua bidestilada estéril. Posteriormente en laboratorio fueron desinfectadas en campana de flujo laminar, con una solución de hipoclorito de sodio al 1 % durante 20 minutos. Transcurrido este tiempo se realizaron 3 lavados con agua destilada estéril y fueron cultivadas las bases de los pétalos de flores de cacao en cajas Petri (Figura 1).



Figura 1. Botones florales de cacao en A, en B se muestra botón floral mostrando sus partes internas y en C pétalo floral para su cultivo *in vitro*.



**Inducción de embriogénesis somática primaria.** Para la inducción de la embriogénesis somática primaria se utilizó el medio de cultivo denominado PCG (Primary Callus Growth) de acuerdo a Li *et al.* (1998) suplementados con 5 µg de Thidiazuron (TDZ) y ácido 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D).

Los cultivos se mantuvieron en obscuridad por 14 días a una temperatura de  $26 \pm 1^\circ\text{C}$ , renovando el medio cada 14 días. Después de esta etapa de cultivo, los explantes fueron transferidos a un medio para crecimiento de callos secundarios (SCG) y continuaron con la formación de callo embriogénico (medio para el desarrollo de embriones [ED4]) (Driver y Kuniyuki, 1984), posteriormente continuaron en un medio para el desarrollo de embriones somáticos primarios (medio EDL) y de regeneración de plantas (medio PR) (Li *et al.* 1998).

En la Figura 2 se describen los diferentes medios de cultivo para la formación de la embriogénesis somática primaria y secundaria.

**Inducción de embriogénesis somática secundaria a partir de cotiledones.** Se utilizaron fragmentos de cotiledones de  $5\text{ mm}^2$  aproximadamente procedentes de embriones somáticos primarios del híbrido INIFAP 1 generados después de 4 meses de cultivo. Los fragmentos se cultivaron en un medio básico denominado medio de regeneración de plantas (PR), de acuerdo a Driver y Kuniyuki (1984). Este fue suplementado con  $30\text{ gL}^{-1}$  de sacarosa,  $5\text{ gL}^{-1}$  de glucosa,  $0.2\text{ gL}^{-1}$  de nitrato de potasio y  $3\text{ gL}^{-1}$  de Gelrite. No se adicionó ninguna fitohormona durante el proceso de embriogénesis somática secundaria y permanecieron sin subcultivo a medio fresco durante 4 meses. El pH fue ajustado a 5.8 con hidróxido de sodio 1N o ácido clorhídrico 1N.

#### **Establecimiento del Experimento**

Embriogénesis somática secundaria a partir de fragmentos de cotiledón y embriones somáticos secundarios completos en medio semi sólido y sistema de inmersión temporal. En este experimento se utilizaron dos tipos de explante: a) embrión somático tipo cotiledónar y b) fragmento de cotiledón de  $5\text{ mm}^2$ . El medio de cultivo utilizado fue un medio PR (regeneración de plantas) desprovisto de fitohormonas. El medio de cultivo fue aireado diariamente durante 1 minuto y no se realizaron subcultivos durante los 180 días cultivo.

El experimento se estableció bajo un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial  $3 \times 2$  con 5 repeticiones y cada repetición fue establecida con 10 explantes. Las variables en estudio fueron: número de embriones somáticos formados y porcentaje de oxidación de embriones somáticos. Los resultados fueron examinados por medio de un análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey (0.05). Los tratamientos evaluados se presentan en la Cuadro 1.

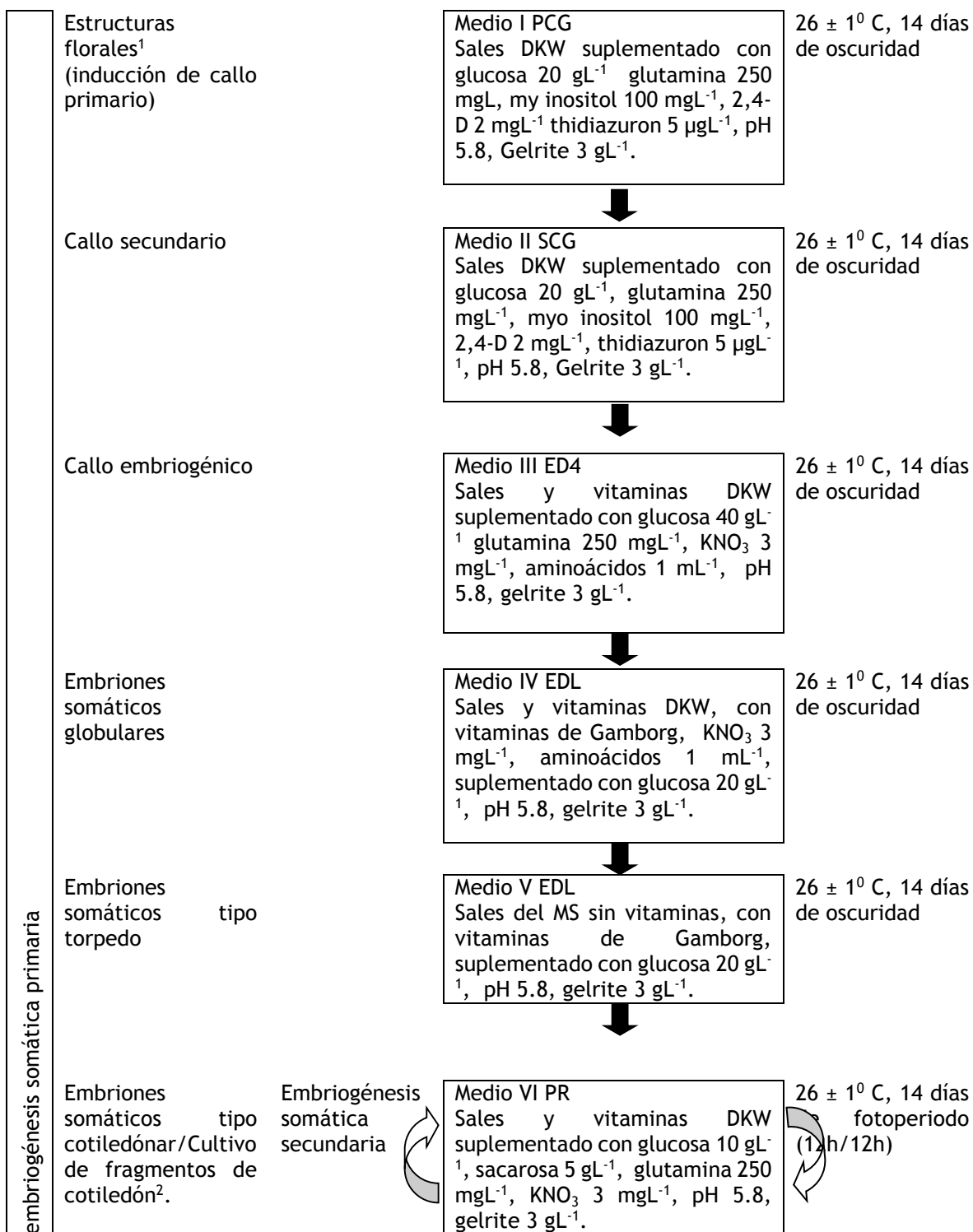


Figura 2. Medios de cultivo y condiciones de incubación durante la embriogénesis somática de cacao.

Cuadro 1. Tratamientos en el sistema de inmersión temporal y medio semisólido para la multiplicación y conversión de embriones somáticos a plantas.

Tratamiento (Recipiente)	Tipo de explante	Medio
1. Magenta <sup>R</sup>	Embrión somático	Semisólido
2. Inmersión temporal (RITA <sup>R</sup> )	Embrión somático	Líquido
3. Magenta <sup>R</sup>	Fragmento de cotiledón	Semisólido
4. Inmersión temporal (RITA <sup>R</sup> )	Fragmento de cotiledón	Líquido

## RESULTADOS

**Número de embriones somáticos secundarios.** A los 30 días todos los tratamientos fueron similares, mostrando escasa formación de embriones somáticos, sin embargo, a los 120 días el tratamiento correspondiente a fragmentos de cotiledón fue superior estadísticamente al resto de tratamientos con 26 ES contra 8 ES del tratamiento correspondiente al recipiente Magenta. Al final del experimento, los cultivos en sistema de inmersión temporal Rita<sup>R</sup> fueron superiores estadísticamente al testigo, representado por los recipientes Magenta. En el sistema Rita<sup>R</sup> se contabilizaron 30 embriones somáticos generados en fragmentos de cotiledón y 29 en embriones somáticos completos, esto significa que de cada explante en este primer ciclo se produjeron un promedio de 3 ES. Para el caso de recipiente Magenta fueron contabilizados 5 ES para embriones somáticos completos y 8 ES para fragmentos de cotiledón.

Los resultados mostraron que la producción de embriones fue mayor durante los 180 días de cultivo para los tratamientos en sistema Rita, mientras que para el recipiente Magenta su mayor producción de embriones se presentó a los 120 días de cultivo en fragmentos de cotiledón así como en embriones somáticos completos (Figura 3).

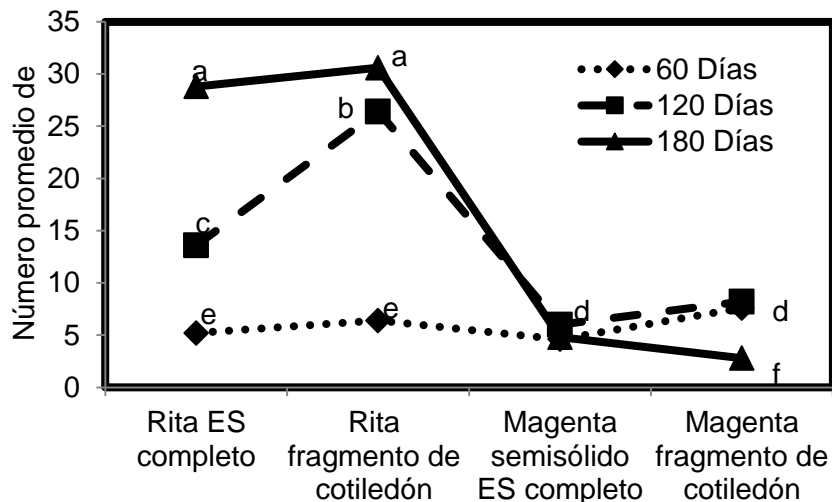


Figura 3. Número promedio de embriones somáticos secundarios obtenidos en explantes de: a) embriones somáticos secundarios completos y b) fragmentos de cotiledón. Los cultivos se establecieron en sistema de inmersión temporal Rita<sup>R</sup> y recipiente magenta. Los valores con la misma letra son iguales estadísticamente (Tukey 0.05).

En la Figura 4 se muestran los explantes que se utilizaron en este trabajo así como los embriones que fueron generados en el sistema de inmersión temporal Rita<sup>R</sup>.

**Porcentaje de oxidación.** En los tratamientos establecidos, el porcentaje de oxidación fue ascendente conforme transcurrió el periodo de cultivo, pero a los 180 días el sistema Rita<sup>R</sup> con embriones somáticos completos presentó un menor porcentaje de oxidación con 45 % mientras que el sistema Rita<sup>R</sup> con fragmentos de cotiledón presento el 55 % y los tratamientos con medio semisólido en recipiente Magenta fue de 90 % con embriones.

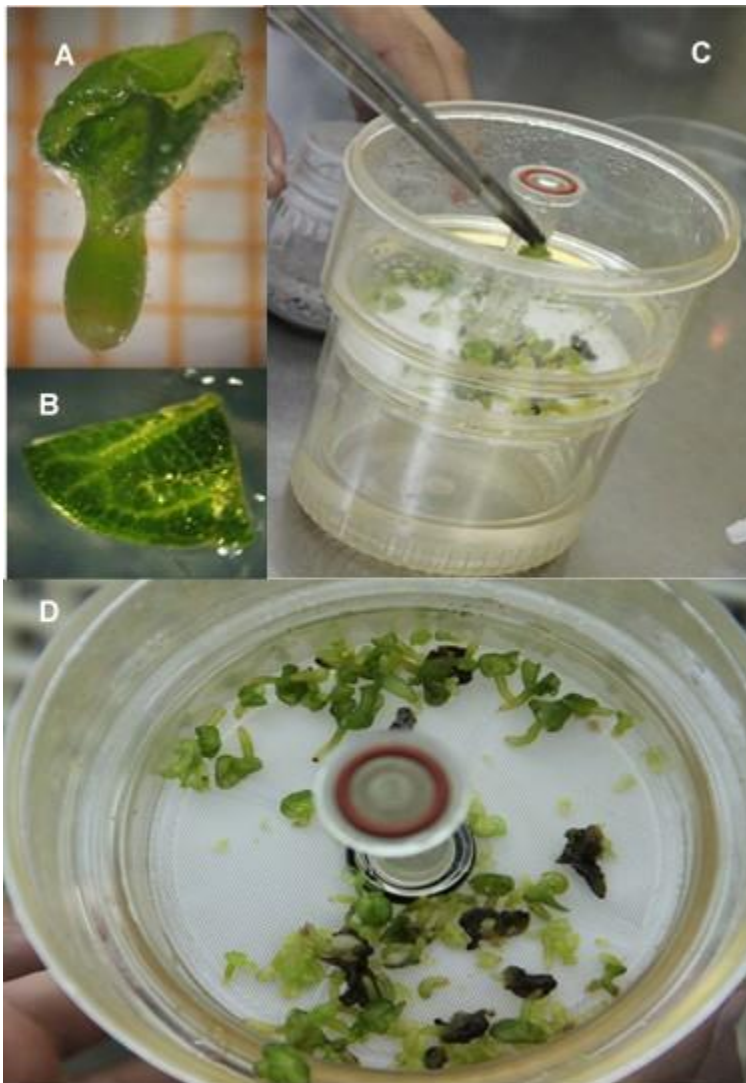


Figura 4. En A se muestra un embrión somático tipo cotiledonar, en B un fragmento de cotiledon. En C se muestra un recipiente tipo Rita<sup>R</sup> y en D un recipiente mostrando embriones somáticos secundarios despues de 5 meses de cultivo.

Somáticos completos, mientras que los fragmentos de cotiledón presentaron el 100 % de oxidación de tejido (Figura 5).

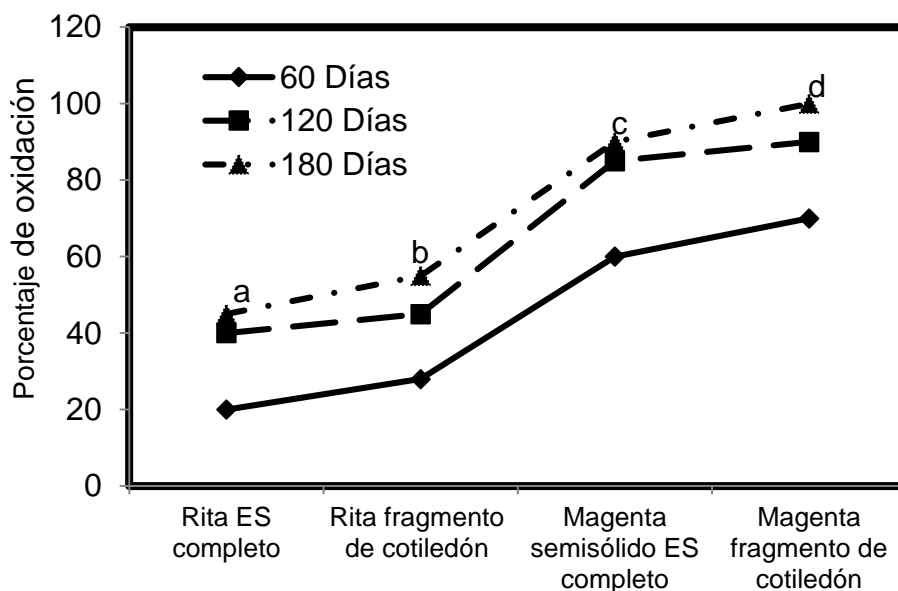


Figura 5. Porcentaje de oxidación del tejido de fragmentos de cotiledon y embriones somaticos completos a los 180 días de cultivo. Los cultivos se establecieron en sistema de inmersión temporal Rita<sup>R</sup> y recipiente magenta. Los valores con la misma letra son iguales estadísticamente (Tukey 0.05).

## DISCUSIÓN

El cultivo *in vitro* generalmente se desarrolla en medio de cultivo semisólido, líquido y en sistemas de inmersión temporal (George, 1993). En esta investigación, los resultados mostraron que el uso de medio líquido favorece la producción de embriones somáticos de cacao en comparación con el medio semisólido en recipiente Magenta, esta baja producción de embriones somáticos secundarios está asociada al agotamiento de los nutrientes (Ziv, 2005). Por el contrario es reportado que los medios líquidos en sistema de inmersión temporal Rita favorece la producción de embriones somáticos debido que el explante entra en mayor contacto con el medio y a los menores gradientes de difusión entre el medio y el explante, lo que facilita la absorción de nutrientes (George, 1993). El sistema de inmersión temporal ha demostrado ser positivo en la producción y calidad de embriones somáticos generados en cultivos de café (Albarrán, *et al.*, 2005), resultados similares fueron observados en cacao en este estudio, mostrando embriones somáticos secundarios independientes sin presentar fusiones o malformaciones recurrentes como ha sido reportado por Solano (2008) en cacao. Además, es importante indicar que en el sistema de inmersión temporal Rita disminuyó el porcentaje de oxidación del tejido en comparación con el medio semisólido, al respecto, es reportado (Damiano *et al.* 2005) que el sistema de inmersión temporal en comparación con los medios semisólidos, reduce la hiperhidricidad de los tejidos y oxidación, debido a que se produce una renovación de la atmósfera dentro del recipiente así como se reducen los niveles de contaminación.

La embriogénesis somática secundaria (ESs) es un fenómeno por el cual nuevos embriones somáticos son iniciados a partir de embriones somáticos previamente formados. El uso de la ESs en cacao representa una herramienta valiosa para la propagación rápida de un gran número de plantas de genotipos agrónomicamente importantes (Silva *et al.*, 2004). La ESs reportada en este trabajo ha mostrado hasta la fecha la totipotencia de los embriones somáticos completos así como en los fragmentos de cotiledón y sobre todo la repetibilidad del evento sin el uso de fitohormonas. El potencial para usar embriones somáticos para la propagación a gran escala de

genotipos élite de cacao puede representar un avance importante sobre todo para la multiplicación de genotipos seleccionados de cacao.

## CONCLUSIONES

Con base a los resultados mostrados se puede concluir que: El uso de medio líquido favorece la producción de embriones somáticos de cacao en comparación con el medio semisólido (en recipiente Magenta), esta baja producción de embriones somáticos secundarios está asociada al agotamiento de los nutrimentos. El sistema de inmersión temporal ha demostrado ser positivo en la producción y calidad de embriones somáticos generados en cacao, mostrando embriones somáticos secundarios independientes sin presentar fusiones o malformaciones recurrentes. Además, es importante indicar que en el sistema de inmersión temporal Rita<sup>R</sup> disminuyó el porcentaje de oxidación del tejido en comparación con el medio semisólido. En un primer ciclo se presentó un rendimiento 30 embriones somáticos secundarios por recipiente Rita<sup>R</sup> y un promedio de 3 embriones por explante cultivado, contra 1.25 embriones somáticos para el recipiente Magenta con medio de cultivo semisólido. La embriogénesis somática secundaria ha mostrado la totipotencia de los embriones somáticos completos así como en los fragmentos de cotiledón y sobre todo la repetibilidad del evento sin el uso de fitohormonas. El sistema de inmersión temporal favorece la producción de embriones somáticos y su sincronización en comparación con el tratamiento testigo en medio semisólido.

## Agradecimientos

Al INIFAP por su financiamiento a través del proyecto: Estudios para la multiplicación y conversión de embriones somáticos de cacao a plantas por inmersión temporal, con N° PRECI 6077601<sup>a</sup> y N° SIGI: 183062116.

## LITERATURA CITADA

- Albarrán J, Bertrand B, Lartud M, Etienne H (2005) Cycle characteristics in a temporary immersion bioreactor affect regeneration, morphology, water and mineral status of coffee (*Coffea arabica*) somatic embryos. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 81:27-36.
- Alemanno L, M Berthouly, N, M. Michaux-Ferriere (1996) Histology of somatic embryogenesis from floral tissues cocoa. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 46: 187-194.
- Archivald J F (1954) Culture in vitro of cambial tissue of cacao. *Nature*, 173: 351-352.
- Borrone J W, S Brown, N D Kuhn, J Motamayor, R Schnell (2007) Microsatellite markers developed from *Theobroma cacao* L. expressed sequence tags. *Molecular Ecology. Notes* 7: 236-239.
- Damiano C., Gentile A., La Starza S. R., Frattarelli A. & Monticelli S. 2003. Automation in micropropagation through temporary immersion techniques. *Acta Horticulturae*. 616:359-364.
- Driver J A, A H Kuniyuki (1984) *In vitro* propagation of Paradox walnut rootstock. *HortScience*. 19: 507-509.
- Eskes B (2000) Introductory notes. International workshop on new technologies and cocoa breeding. Kota Kinabalu, Malaysia. pp 8-11.
- Figueira A, J Janick (1995) Somatic embryogenesis in cacao (*Theobroma cacao* L.). In: Jain, S., P Gupta, R Newton (Ed). *Somatic embryogenesis in woody plants*. Vol. 2. The Netherlands: Kluwer Academic Publisher. pp. 291-310.
- George, F.E. 1993. *Plant tissue culture techniques*. Edwin George F. (Ed) *Plant Propagation by Tissue Culture (part 2) The Technology*. Exegetics Ltd, Edington, Wilts. BA13 4 QG, England. 719-732 p.
- Hall T R, H A Collin (1975) Initiation and growth of tissue cultures of *Theobroma cacao* L. *Annals of botany*. 39: 555-570.



- Lanaud C, O Fouet, D Clément, M Boccara, A Risterucci, M S Surujdeo-Maharaj, T Legavre, X Argout (2009) A meta-QTL analysis of disease resistance traits of *Theobroma cacao* L. Mol Breeding. 24:361-374.
- Li Z, T Abdoulaye, S Maximova, M Guiltinan (1998) Somatic Embryogenesis and Plant Regeneration from Floral Explants of cacao (*Theobroma cacao* L.) Using Thidiazuron. *In vitro* Cell. Dev. Biol.-Plant. 34: 293-299.
- López-Báez O, H Bollon, A Eskes, V Pétiard (1993). Embryogénese Somatique de cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) à partir de Pièces Florales. *Compte-Rendus de L'Académie de Sciences*. 316:579-584.
- Martinelli L, E Candioli, D Costa, V Poletti, N Rascio (2001) Morphogenic competence of *Vitis rupestris* S. secondary somatic embryos with a long culture history. *Plant Cell Rep*. 20:279-284.
- Mathieu M, M A Lelu-Walter, A S Blervacq, H David, S. Hawkins, G. Neutelings (2006) Germin-like genes are expressed during somatic embryogenesis and early development of conifers. *Plant Molecular Biology*. 61: 4-5, pp 615-627
- Minyaka E, N Niemenak, D J Nankeu, T Boudjeko, N D Omokolo (2004) Glutamate dehydrogenase and glutamine synthase activities during somatic embryogenesis in *Theobroma cacao* L. *J Cam Acad Sci*. 4:306-313.
- Minyaka E., N Niemenak, A Sangare, F N D Omokolo (2008) Characterization of leafy cotyledon1-like during embryogenesis in *Theobroma cacao* L. *Planta*. 227:853-866.
- Passey A, O Jones (1983) Shoot Proliferation and Rooting in vitro of *Theobroma cacao* L. Type Amelonado. *Journal of Horticultural Science*. 58: 589-592.
- Pérez-Núñez M T, J L Chan, L Sáenz, T González, J. L. Verdeil, and C Oropeza (2006) Improved somatic embryogenesis from *Cocos nucifera* (L) plumule explants. *In Vitro Cell. Dev. Biol.-Plant*. 42:37-43.
- Quiroz-Figueroa F, R. Rojas-Herrera, R M Galaz-Avalos, V M Loyola-Vargas (2006) Embryo production through somatic embryogenesis can be used to study cell differentiation in plants. *Plant Cell Tiss. Org. Cult*. 86: 285-301.
- Rodríguez R., Escalona M., Rodríguez Y., Cid M. & González-Olmedo J. L. 2000. A climatización de plántulas de caña de azúcar (*Saccharum* sp. Híbrido) provenientes de sistemas de inmersión temporal. *Cultivos tropicales*. 21 (3): 51-56.
- Silva C. R. S., Venturieri G. A. & Figueira A. 2004 Description of Amazonian *Theobroma* L. collections, species identification, and characterization of interspecific hybrids. *Acta Bot. Brasil*. 18. 333-341.
- Solano Sánchez, W. 2008. Embriogénesis somática en clones superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.) obtenidos en el Programa de Mejoramiento Genético del CATIE. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 92 p.
- Sôndahl M, S Liu, C Bellato, A Bragin (1993) Cacao Somatic Embryogenesis. *Acta Horticulturae*. 336: 245- 248.
- Tan C L, D B Furtek (2003) Development of an in vitro regeneration system for *Theobroma cacao* from mature tissues. *Plant Sci*. 164:407-412.
- Ziv M. 2005. Simple bioreactors for mass propagation of plants, In: Hvoslef-Eide AK, Preil W., (Eds). *Liquid culture systems for in vitro plant propagation*. Springer, Berlin, pp 79-94.



## MÓDULOS DEMOSTRATIVOS PECUARIOS PARA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA EN YUCATÁN, MÉXICO

\*Quintal FJA<sup>1</sup>, Rivera MJA<sup>2</sup>, Vazquez GR<sup>3</sup>, Cabrera TEJ<sup>4</sup>, Lara RMJ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INIFAP-CIRSE, CE. Mocochá; <sup>2</sup>INIFAP-CIRSE, CE. Edzná; <sup>3</sup>INIFAP, CENID Microbiología, <sup>4</sup> INIFAP, CIRSE, CE. Chetumal.

<sup>1</sup>Campo Experimental Mocochá Km. 25.5 Antigua carretera Mérida-Motul, Mocochá, Yucatán, México. C.P. 97454. Tel (991) 916 2215. quintal.jorge@inifap.gob.mx.

T-42

### RESUMEN

Con el objetivo de identificar unidades de producción que pudieran funcionar como Módulos Demostrativos Pecuarios (MDP) en el estado de Yucatán, se aplicó una metodología de análisis de redes a partir de encuestas a productores, la cual consistió en los siguientes pasos: a) Integración de Grupos de Trabajo (GT) para seguimiento a actividades de selección de productores y de propuesta tecnológica; b) Identificación de los sistemas producto prioritarios, de importancia económica en cada Estado; y c) Identificación de productores cuyas Unidades de Producción Pecuaria (UPP) pudieran ser viables como MDP; para esto, con base a la fórmula  $n = N/Nd2+1$  (donde:  $n$  = tamaño de muestra,  $N$  = total de productores de una especie producto en el estado y  $d2$  = probabilidad del 0.1 ( $0.10 \times 0.10 = 0.01$ )), se aplicaron cédulas prediseñadas, sistematizando los resultados y analizándolos con apoyo del programa Visone® generando mapas de redes. A los productores seleccionados se les aplicó una cédula de diagnóstico, que sirvió, de acuerdo al sistema producto, para proponer componentes a implementar en los MDP, así como los requerimientos para su implementación. Los resultados muestran que para Yucatán se identificaron cinco UPP que pueden fungir como MDP, uno de Bovinos Carne (10 componentes tecnológicos) y cuatro de Abejas Miel (siete componentes tecnológicos) en las distintas disciplinas (alimentación, sanidad, reproducción, genética, forrajes). Se estableció el requerimiento económico para la implementación de los componentes tecnológicos. Se concluye que la metodología propuesta por la UTEP para Identificación de MDP aplicó para los sistemas producto de importancia económica en el estado de Yucatán; así mismo, que la metodología promovió el consenso entre los diferentes actores del GT y los productores propietarios de las UPP a ser MDP.

**Palabras Clave.** Transferencia de Tecnología, Módulos demostrativos, Sistemas Producto.

### INTRODUCCIÓN

Como parte del convenio entre el Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural (INCA Rural) y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), se estableció que la Unidad Técnica Especializada Pecuaria (UTEPE) del INIFAP llevara a cabo la identificación de Unidades de Producción Pecuaria (UPP) que pudieran fungir como Módulos Demostrativos Pecuarios (MDP) en las distintas entidades federativas, identificando las especies producto relevantes en cada estado y lo que requieren para operar adecuadamente.

Un MDP es una Unidad de Producción Pecuaria donde se aplican actividades y/o componentes tecnológicos, orientados a cubrir todas las fases del ciclo productivo de la especie doméstica que es criada por el productor para obtener beneficios económicos. Las actividades y/o componentes tecnológicos en la UPP se deben efectuar en forma sistematizada para la producción óptima de productos primarios, de forma sustentable.

El objetivo del MDP es promover la incorporación de tecnología adecuada, de manera progresiva, para mejorar la productividad y rentabilidad de manera sustentable en las Unidades





de Producción Pecuaria a través de exposición de resultados en el MDP a los productores de la región.

De esa manera el MDP debe servir de referencia a productores de distinto nivel tecnológico de una zona geográfica específica; servirá como un foco de atención, donde los productores, en forma directa, perciban los procesos productivos, y la ventaja de su aplicación, para que a través del tiempo implementen las tecnologías en sus propias UPP, adoptando conocimientos y tecnologías de procesos productivos que darán lugar a mejorar la productividad y rentabilidad de sus UPP de manera sustentable.

Por lo anterior se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de identificar y proponer Módulos Demostrativos Pecuarios de las principales especies domésticas de importancia económica en el estado de Yucatán, para que sean un foco de atención donde los productores del estado puedan acudir a conocer los beneficios de las tecnologías disponibles, y de esta manera contribuir a incrementar la productividad de las UPP, sin comprometer los recursos naturales, y mejorando el ingreso de los productores que se dedican a la actividad pecuaria.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo de identificación y selección de UPP a fungir como MDP incluyó los siguientes puntos. 1.- Integración de grupos de trabajo por sistema producto para análisis de la información, con no más de cinco integrantes cada uno, incluyendo, académicos, organizaciones de productores y productores en lo individual, Prestadores de Servicios Profesionales, entre otros. 2.- Identificación de especies producto, regiones representativas y prioritarias en el estado, a partir de información del Marco de Referencia Pecuario del estado, prioridades estatales, planes rectores, Agendas de Innovación, otros. Se consideraron cuatro variables: número de productores dedicados a la actividad, inventario de semovientes, volumen de la producción y valor de la producción. Se definió por región agroecológica / Distrito de Desarrollo Rural (DDR) identificando las Asociaciones Ganaderas Locales que se ubican en los distintos DDR / regiones agroecológicas del estado.

A partir de la información obtenida en el punto anterior, se procedió a definir el tamaño de la muestra por estado, en base a la siguiente fórmula:  $n = N/Nd^2 + 1$ , donde:

$n$  = tamaño de muestra.

$N$  = Total de productores de una especie producto en el estado.

$d^2$  = probabilidad del 0.1<sup>2</sup> (0.1 X 0.1 = 0.01).

Una vez establecido el total de cédulas a aplicar en el estado, se dividió el total de cédulas entre el número de AGL ubicadas en un DDR / región específica, y de esta manera se determinaron el número de cédulas a aplicar por AGL.

La cédula se aplicó al azar a los productores de cada AGL que fueron seleccionados. La cédula contenía el nombre del productor, la especie producto que maneja, los generales del propietario, ubicación, etc. y cuatro preguntas, dos de criterio de selección, y dos de cumplimiento de los criterios definidos. Las cuatro preguntas fueron:

En el ámbito de productividad: Reconocimiento.- ¿Para usted quienes son los mejores productores de la región? Confianza.- ¿A qué productor acude cuando usted tiene algún problema en su UPP?

En el ámbito de innovación: Reconocimiento.- ¿Quiénes son los productores de la región que aplican más tecnología o llevan un mejor manejo en sus UPP? Confianza.- A que productor acude cuando busca información sobre las cosas nuevas para mejorar su UPP o la productividad?



3.- Sistematización y procesamiento de datos, capturando las cédulas en una base de datos prediseñada y se realizó un análisis de redes utilizando el programa “Visone 2.6.5,” generándose el gráfico correspondiente por cada sistema producto analizado, para identificar a los actores clave y posibles prospectos de MDP. 4.- Selección de productores y sus UPP donde establecer los MDP. Se llevó a cabo con base en los resultados de las cédulas aplicadas a productores para la identificación de instancias candidatas para el establecimiento de los MDP. Así mismo expuso el o los gráficos y comentarios del análisis de redes. El grupo de trabajo consensuó y seleccionó a los productores con mayor grado de Centralidad (los más mencionados en los dos ámbitos y para los dos criterios), emitiendo un dictamen sobre: Número y ubicación de Módulos Demostrativos Pecuarios y las tecnologías a implementar en ellos. Posteriormente el grupo de trabajo visitó las UPP identificadas como prospecto de MDP para verificar que cumplieran con los requisitos y que el productor seleccionado tenía interés manifiesto para ser MDP. A las UPP candidatas a ser MDP se les aplicó la cédula de diagnóstico elaborada por la UTEP para la estrategia pecuaria. 5.- Identificación de componentes a implementar en los MDP; por sistema producto a partir de la(s) visita(s) a la UPP y conociendo el manejo que se aplica en las distintas disciplinas (resultado de la cédula aplicada), el grupo de trabajo elaboró una propuesta de componentes viables a implementar en el MDP. Adicionalmente, junto con el propietario de la UPP propuesta como MDP se analizó la propuesta para el establecimiento de nuevos componentes. 6.- Requerimientos para la adecuada operación de los MDP seleccionados la cual se determinó en función del diagnóstico y de los componentes seleccionados para ser implementados en el MDP.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se convocó a distintos actores sociales de instituciones de investigación, docencia, extensión, así como productores, para configurar el grupo de trabajo por sistema producto, siendo los perfiles de los integrantes el siguiente: El Jefe del Programa de Control de la Abeja Africanizada de la SAGARPA en la entidad, dos profesores investigadores de la Universidad Autónoma de Yucatán, uno del área de apicultura y otro del área de bovinos carne, un profesor Investigador del área de ovinos y biotecnología del Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán, dos PSP consultores privados y productores apícolas, el presidente de la Asociación Ganadera Regional de Yucatán, tres Investigadores Titulares del INIFAP, del Área de apicultura, otro del área.

Identificación de especies producto, regiones representativas y prioritarias en el estado, y productores cuyas UPP pudieran ser MDP. Se presentaron al grupo de trabajo las especies producto de importancia económica en el estado, manifestando que se consideraron cuatro variables: número de productores dedicados a la actividad, inventario de semovientes, volumen y valor de la producción. Lo anterior a partir de información del Marco de Referencia Pecuario actualizado, prioridades estatales, planes rectores de los Sistemas Producto en el estado, Agenda de Innovación Tecnológica de la entidad, entre otros (Cuadro 1).

Como se observa en el cuadro anterior los sistemas producto bovinos y abejas miel son las especies de mayor importancia económica en el estado de Yucatán.

El estado de Yucatán está conformado por 106 municipios los cuales varían en cuanto a su importancia en actividades ganaderas o apícolas, por lo anterior, se tomaron como municipios representativos de una actividad aquellos en los cuales el volumen de producción estuviera por encima del promedio estatal.



Cuadro 1. Especies producto de importancia económica en el estado de Yucatán

Especie Producto	Número de productores <sup>a</sup>	Inventario (cabezas; colmenas) <sup>b</sup>	Volumen de la producción (toneladas) <sup>b</sup>	Valor de la producción (miles de pesos) <sup>b</sup>
Bovinos Carne	8,306	550,344	55,706	937,123
Bovinos leche	ND	5,964	3,153	16,192
Abejas-Miel	10,358	305,151	10,195	296,698
Ovinos carne	704	151,621	1,773	42,413

<sup>a</sup> Fuente: Padrón de Beneficiarios de PROGAN 2011

<sup>b</sup> Fuente: SIAP 2011

Sustituyendo la fórmula:  $n = N/Nd^2+1$ , resultó: 100 cédulas para aplicar a ganaderos criadores de bovinos y 101 cédulas a los apicultores del estado.

Una vez determinado el total de cédulas a aplicar, se estableció el número de instrumentos por Asociación Ganadera Local, la cédula se aplicó al azar a productores de 15 AGLs en el caso de Bovinos Carne, para el caso de Abejas Miel se aplicaron en 25 municipios de la entidad.

### Propuesta de número y tipo de MDP a establecer en el estado

Como resultado de la sistematización de los datos de las cédulas aplicadas a los productores y de ser procesadas con el Software “Visone”, se identificaron nueve ganaderos y seis apicultores como los más mencionados de acuerdo a la respuesta de los productores sobre las cuatro preguntas realizadas en la cédula de evaluación.

Durante la reunión de validación de la información resultante del análisis redes, el grupo de trabajo propuso visitar a los propietarios de las UPP identificadas como prospectos de MDP para verificar si los productores seleccionados tenían interés y cumplían con las características que debe reunir la UPP para ser considerada como MDP, como resultado de esto último, se propuso establecer cinco Módulos Demostrativos, cuatro de la especie producto abejas miel ubicados en los municipios de Yaxcabá, Valladolid, Motul y Peto y otro de bovinos carne ubicado en Dzilam González,

### Módulos Demostrativos

La propuesta de implementación de una determinada actividad de manejo y el uso de componentes tecnológicos para la especie producto Abejas miel se clasificó en las siguientes disciplinas: alimentación, reproducción y mejoramiento genético, sanidad y recursos naturales, mismos que se pondrán en marcha en a partir del año uno e incluyen.

- Estrategias de suplementación energética y proteica en colonias de abejas Apis melífera L.
- Mejoramiento genético de las abejas para duplicar la producción de miel.
- Alternativa para el control orgánico del ácaro Varroa jacobsoni.
- Uso de panal trampa para controlar Varroa jacobsoni.
- Uso de trampas de polen para diversificación de los productos de la colmena.
- Establecimiento y manejo de Lippia sp., especie nectarífera para la apicultura.
- Buenas Prácticas de Producción de miel

Para el caso del sistema producto Bovinos Carne, la propuesta de implementación de actividades de manejo y uso de componentes tecnológicos se clasificó en las siguientes disciplinas: Nutrición, reproducción, genética, sanidad y forrajes, mismos que se pretenden poner en



marcha en un período de uno a tres años. Dichas tecnologías están disponibles en las páginas web: [www.utep.inifap.gob.mx](http://www.utep.inifap.gob.mx) y [www.snitt.org.mx](http://www.snitt.org.mx)

- Establecimiento de un sistema de registros.
- Suplementación Estratégicas en vacas adultas para mejorar la condición corporal y los indicadores reproductivos.
- Suplementación mineral para animales en pastoreo.
- Manejo de la lactación y destete temporal para mejorar los indicadores reproductivos.
- Tratamientos hormonales con progestágenos y GnRH para acortar el intervalo parto-concepción.
- Establecimiento de épocas cortas de empadre.
- Establecimiento de forrajes de corte bajo riego.
- Establecimiento de bancos de proteína y/o praderas asociadas gramíneas-leguminosas.
- Estrategias de conservación de forrajes (ensilaje).
- Mejoramiento genético a través de la incorporación de Inseminación Artificial con razas europeas de carne.

### CONCLUSIONES

La metodología propuesta con encuestas directas a productores y análisis de redes para identificar actores clave dentro de un Sistema Producto, permite identificar a aquellos productores sobresalientes para establecer Módulos Demostrativos Pecuarios para transferir tecnología. El trabajo participativo con la intervención de diversos actores, permite un análisis más amplio de la información disponible, para definir Unidades de Producción para establecer Módulos Demostrativos.

### LITERATURA CITADA

- Comité Sistema Producto Apícola del Estado de Yucatán. 2005. Plan Rector del Sistema Producto Abejas Miel en Yucatán.
- Comité Sistema Producto Ovinos Carne del Estado de Yucatán. Plan Rector del Sistema Producto Ovinos en Yucatán.
- Fundación Yucatán Produce. A.C. Agenda de Innovación Tecnológica 2011.. En <http://www.cofupro.org.mx/>
- Gobierno de Estado de Yucatán. 2005. Programa Estatal de Desarrollo Agropecuario y Pesquero del Estado de Yucatán 2001 - 2007. Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán, No. 30,422. 15 Julio de 2005. 259 pp.
- INEGI. Anuario Estadístico de Yucatán 2011, Sistema para la Consulta de los Anuarios Estadísticos de los Estados. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta de Climas. En: [www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/aee11/estatal/yuc/default.htm](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/aee11/estatal/yuc/default.htm)
- INEGI. 2007. Censo Agropecuario 2007. En: [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca2007/Resultados\\_Agricola/default.aspx](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca2007/Resultados_Agricola/default.aspx).
- SAGARPA - CNOG. Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado (SINIIGA). 2013. En: <http://www.siniiga.org.mx/estadistica-bis.php>. 30 ene 2013
- SAGARPA. Comité Nacional Sistema Producto Bovinos Carne. 2008. Priorización de los proyectos enunciativos de la cadena productiva Bovinos Carne. Abril 2008. En: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Paginas/ComiteNacionalSistemaProductoBovinoCarne.aspx>
- SAGARPA Programa Nacional Pecuario 2007-2012. En: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Paginas/ProgNacPecuario.aspx>



- SAGARPA. Comité Nacional Sistema Producto Bovinos Carne. 2007. Plan rector para elevar la competitividad de la ganadería, engorda y procesamiento de la carne mexicana de bovino. En: <http://bovinoscarne.org.mx/es/files/archivos/PLAN-RECTOR-2007b.pdf>
- SAGARPA-Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2011. En [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=3&Itemid=29](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=29).
- SAGARPA-Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2012. En [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=3&Itemid=29](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=29).
- Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Rural Sustentable (SNIIT). Página electrónica: <http://www.snitt.org.mx/>
- Unidad Técnica Especializada Pecuaria. INIFAP. Página Electrónica. En: <http://www.utep.inifap.gob.mx>



## PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS PARA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PECUARIA EN YUCATÁN, MÉXICO

\*Quintal FJA<sup>1</sup>, Cabrera TEJ<sup>2</sup>, Vázquez GR<sup>3</sup>, Rivera MJA<sup>4</sup>, Lara RMJ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>INIFAP, CIRSE, CE. Mocochoá; <sup>2</sup>INIFAP, CIRSE, CE. Chetumal; <sup>3</sup>INIFAP, Cenid Microbiología,  
<sup>4</sup>INIFAP, CIRSE, CE. Edzná. <sup>1</sup>Campo Experimental Mocochoá Km. 25.5 Antigua carretera Mérida-  
Motul, Mocochoá, Yucatán, México. C.P. 97454. Tel +52 (991) 916 2215.  
quintal.jorge@inifap.gob.mx.

T-43

### RESUMEN

Con el objetivo de identificar y proponer instituciones de investigación y/o educación superior que funjan como Plataformas Tecnológicas Pecuarias (PTP) se aplicó la presente metodología: Integración de un grupo de hasta siete especialistas, para el análisis de información que llevó a la definición y temática de las PTP. Identificación de los Sistemas Producto prioritarios en la entidad, tomando en cuenta los planes y programas de desarrollo en el estado, estadísticas de inventarios ganaderos, volumen y valor de la producción, número de productores, etc. Integración de una base de datos institucional, con tecnologías, infraestructura, equipo y personal especializado disponibles para el establecimiento de PTP con base en las necesidades de los sistemas producto relevantes en el estado. Identificación de tecnologías para la PT disponibles en las instituciones de la entidad con un análisis de pertinencia y congruencia de las mismas. Realización de un diagnóstico de requerimientos para la PT. Específico de requerimientos de infraestructura, equipo, materiales didácticos y de apoyo para la capacitación y transferencia de tecnología y personal para el adecuado funcionamiento de la PT. Presentación de la Propuesta de PT a las autoridades del Sector. Se identificaron tres instituciones de Investigación y Enseñanza Superior que cuentan con la infraestructura, el equipamiento y el personal científico calificado para fungir como PTP; el Instituto Tecnológico de Conkal, la FMVZ de la UADY y el INIFAP, con cinco tecnologías para apoyar los Sistemas Producto Abejas Miel, tres para el sistema Producto Bovinos Carne y una más para Ovinos Carne.

**Palabras Clave:** Transferencia de Tecnología, Plataformas Tecnológicas, Sistemas Producto.

### INTRODUCCIÓN

La Coordinación General de Ganadería de la SAGARPA y el INCA Rural, solicitaron al INIFAP identificar y proponer el establecimiento de Plataformas Tecnológicas Pecuarias (PTP) en las entidades federativas de país, como apoyo al Programa de Desarrollo de Capacidades, Innovación Tecnológica y Extensionismo Rural. La finalidad concreta es contar con unidades donde los Prestadores de Servicios Profesionales pudiesen acceder a nuevas tecnologías y capacitación para mejorar su desempeño en los servicios otorgados a los productores beneficiarios del programa.

Para la propuesta de lineamientos y metodología para la identificación y establecimiento de PTP, se tomaron como antecedentes dos referencias directas: 1.- La planteada en la propuesta de los “Hub´s” del Programa de MasAgro, donde la Plataforma Experimental, está concebida como aquella unidad “...donde se investigan y se ponen a prueba los principios de la agricultura sustentable...”; y donde “Se plantean nuevas investigaciones y se desarrollan nuevas tecnologías con base en las problemáticas que se generan en el campo”; y 2.- El concepto de Plataforma Tecnológica vigente en la Comunidad Europea donde se abordan problemas estratégicos en aquellos casos en que lograr el crecimiento, la competitividad y la sostenibilidad futuros, depende de avances tecnológicos decisivos. En ellas se dan cita todas las partes interesadas,



dirigidas por la industria, para definir los objetivos de investigación y de desarrollo tecnológico a mediano y largo plazo, así como para establecer una serie de directrices para su consecución.

Para el caso pecuario, no existe en nuestro país un referente directo a las PTP, por lo cual la propuesta planteada, parte de la necesidad de articular las acciones de investigación con las necesidades de tecnologías de los productores pecuarios del país, teniendo como mecanismo a los prestadores de Servicios Profesionales que atienden a los Grupos de Productores y Productores en lo Individual, beneficiarios del PDCITYER.

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue identificar y proponer Instituciones de investigación y/o educación superior que funjan como Plataformas Tecnológicas Pecuaras en el estado de Yucatán, para ello una Plataforma Tecnológica Pecuaría se define como: “Unidad de investigación, desarrollo tecnológico y apoyo a la transferencia de tecnología pecuaría, con personal especializado, equipo de vanguardia e infraestructura para la capacitación”.

### **MATERIALES Y METODOS**

Los pasos que se siguieron para la identificación y selección de Plataformas Tecnológicas Pecuaras en el estado de Yucatán incluyeron: Fase Uno. Identificación de las tecnologías a transferir y selección de las Plataformas Tecnológicas que se implementarán en el estado, con base en la disponibilidad de recursos en las instituciones de investigación; Fase Dos. Definición de objetivos a corto mediano y largo plazos y el establecimiento del programa de trabajo de la plataforma tecnológica; Fase Tres. Seguimiento y evaluación del programa de trabajo de la Plataforma Tecnológica.

La Fase Uno para la identificación de las PTP incluyó: a).- Integración de un grupo de especialistas, para el análisis de información que lleve a la definición y temática de las PTP, hasta siete investigadores de reconocida trayectoria profesional, seleccionados con base en su experiencia y conocimiento del tema. b).- Identificación de los Sistemas Producto prioritarios en la entidad, tomando en cuenta los planes y programas de desarrollo en el estado, estadísticas de inventarios ganaderos, volumen y valor de la producción, número de productores y otra información relevante. c).- Integración de una base de datos institucional, con tecnologías, infraestructura, equipo y personal especializado disponibles para el establecimiento de Plataformas Tecnológicas Pecuaras con base en las necesidades de los sistemas producto relevantes en el estado. d).- Identificación de tecnologías para la plataformas tecnológicas disponibles en las instituciones de la entidad y se realizó un análisis de pertinencia y congruencia de las mismas, para lo cual se apoyó en documentos como: los planes rectores de los sistemas producto importantes en el estado, el programa de desarrollo sectorial en el estado, la agenda de innovación tecnológica en la entidad, estadísticas oficiales del sector y otros documentos relevantes utilizados como insumo. e).- Realización de un diagnóstico de requerimientos para la PT. El Grupo de Especialistas, el responsable estatal de la UTEP y la institución responsable de la Plataforma Tecnológica, realizaron un diagnóstico específico de requerimientos de infraestructura, equipo, materiales didácticos y de apoyo para la capacitación y transferencia de tecnología y personal para el adecuado funcionamiento de la PT. f).- Presentación de la Propuesta de PT a las autoridades del Sector. Una vez definida la propuesta de Plataformas Tecnológicas, se presenta a las autoridades e instituciones del sector.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La estrategia se presentó a las instituciones relacionadas con la ganadería e incluyó a la SAGARPA, Inca Rural, Senacatri y el Gobierno del estado. El grupo de especialistas quedó integrado por siete investigadores de reconocido prestigio y trayectoria profesional de tres diferentes instituciones: la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad



Autónoma de Yucatán, el Instituto Tecnológico de Conkal y el INIFAP. Una vez constituido y reunido dicho grupo se les expusieron las estadísticas oficiales así como información del Marco de Referencia Pecuario actualizado, para la definición de las principales especies producto de importancia económica en el estado, se consideraron cuatro variables: número de productores dedicados a la actividad, inventario de semovientes, volumen y valor de la producción. De la revisión antes mencionada, se identificó que los sistemas producto bovino y abejas miel son las especies de mayor importancia económica en el estado de Yucatán.

En la reunión del grupo de especialistas se socializó a los integrantes un formato para captura de información que sirvió para integrar una base de datos institucional que mostrara la actividad que desempeña cada institución y la información de tecnologías, infraestructura, equipo y personal especializado con que cuenta, dicha información sirvió como base para identificar qué organismo podría ser prospecto a Plataforma Tecnológica Pecuaría.

Se recibió de las instituciones de investigación y docencia del estado, la relación de tecnologías disponibles para los sistemas producto Abejas miel y Bovinos Carne, con la información que se tuvo se realizó un análisis de pertinencia y congruencia de las mismas.

Con base en el análisis de pertinencia y congruencia de las tecnologías propuestas, tomando como base los planes rectores de los sistemas producto Bovinos Carne, Abejas Miel y Ovinos, la agenda de Innovación tecnológica de la Fundación Produce Yucatán, las Tecnologías disponibles en el SNIIT y en la UTEP del INIFAP, y los planes de desarrollo sectorial tanto estatal como nacional, se consideran pertinentes para su utilización. Lo anterior daría lugar a la disminución de la problemática que afecta negativamente a la cría y explotación de las abejas y bovinos en el estado de Yucatán.

De la misma manera se considera que las tecnologías propuestas para ser consideradas en una Plataforma Tecnológica son congruentes con las necesidades de desarrollo de los sistemas producto arriba mencionados, excepto para el caso de Ovinos. Si bien la tecnología es pertinente para su aplicación y difusión en la entidad, la congruencia de la misma con los sistemas productos prioritarios en el estado no es del todo satisfactoria.

El hecho que en el estado se registren únicamente 704 productores de ovinos los cuales tienen la ovinocultura como una actividad principalmente secundaria, asociada a otras actividades productivas como la cría de ganado bovino, deja la justificación de la plataforma con un grado alto de vulnerabilidad, no obstante de las infraestructura, el equipamiento y el personal disponibles en la institución proponente, así como la calidad de los mismos.

Los resultados del análisis de la información recabada de las diversas Instituciones de investigación y docencia en el estado, muestran que se pueden establecer plataformas tecnológicas en las tres instituciones de investigación y docencia de la entidad.

Tanto la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UADY, el Instituto Tecnológico de Conkal y el INIFAP cuentan con tecnología disponible, infraestructura, equipamiento y personal para poder desempeñarse como Plataformas Tecnológicas y realizar actividades de desarrollo de capacidades, apoyos a la transferencia de tecnologías e investigación y desarrollo para beneficio de los sistemas producto prioritarios en el estado de Yucatán (Cuadro 1).





Cuadro 1. Tecnologías disponibles por Institución para las especies producto: Abejas Miel, Bovinos Carne y Ovinos

Institución	Nombre de la tecnología	Sistema Producto que atiende
FMVZ-UADY	Producción de abejas reinas <i>A. mellífera</i> fecundadas.	Abejas Miel
FMVZ-UADY	Paquete tecnológico de meliponicultura.	Abejas Miel
INIFAP	Control alternativo del ácaro <i>Varroa destructor</i> .	Abejas Miel
INIFAP	Buenas prácticas de producción de miel.	Abejas Miel
INIFAP	Mejoramiento genético y reproducción de abejas reinas mejoradas para alta productividad, baja defensividad, y caracteres de higiene de la colmena.	Abejas Miel
IT Conkal	Manejo Estratégico Reproductivo del Rebaño Ovino.	Ovinos
FMVZ UADY	Establecimiento y manejo de Sistemas Silvo Pastoriles.	Bovinos Carne
INIFAP	Establecimiento y manejo de los recursos genéticos forrajeros.	Bovinos Carne
INIFAP	Conservación y mejoramiento de tierras de pastoreo mediante la asociación de gramíneas y árboles forrajero.	Bovinos Carne

Con las plataformas tecnológicas propuestas para Abejas Miel, se propone promover y facilitar el cambio de reinas en la entidad, las buenas prácticas de producción de miel y estrategias de producción de productos de la colmena con inocuidad con el control orgánico de varroa. Se propone también la cría de abejas meliponas como alternativa para la diversificación de la apicultura en el estado. Lo anterior tomando en cuenta el alto valor de la miel de abejas meliponas y su alto valor nutricional y medicinal.

Por otra parte, con las plataformas tecnológicas en apoyo al Sistema Producto Bovinos Carne, se busca mejorar la productividad y rentabilidad de los sistemas de producción de carne de bovino de la entidad, lo cual es un punto bastante demandado por el los productores del estado, las estrategias de producción con base en pastoreo de especies alternativas. Asimismo se busca la sustentabilidad con la conservación y mejoramiento de tierras de pastoreo mediante la asociación de gramíneas y árboles forrajeros.

Dada la infraestructura, el equipamiento y el personal disponibles en el Instituto Tecnológico de Conkal, se propone que funja como Plataforma Tecnológica para el desarrollo de capacidades y apoyo a la transferencia de tecnología en materia de Manejo Estratégico Reproductivo del Rebaño Ovino. Lo anterior tomando en cuenta que si bien el Sistema Producto Ovinos no es prioritario en la entidad, debido al número de productores involucrados en la actividad, el inventario estatal, el volumen y valor total de la producción actuales, es innegable que la actividad ha tenido un desarrollo sostenido durante la última década.

Los requerimientos que se presentan para el establecimiento y operación de las Plataformas Tecnológicas en la entidad son en general mínimos y no representan mayor inversión; únicamente la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia plantea dentro de sus necesidades la construcción de dormitorios para hombres y mujeres en sus instalaciones para alojar a visitantes a la Plataforma.



## CONCLUSIONES

El estado de Yucatán cuenta con tres instituciones de Investigación y Enseñanza Superior que cuentan con la infraestructura, el equipamiento y el personal científico calificado para fungir como Plataformas Tecnológicas Pecuarías, para apoyar los Sistemas Producto Abejas Miel, Bovinos Carne y Ovinos Carne; el Instituto Tecnológico de Conkal, la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UADY y el Campo Experimental Mococho del INIFAP.

Las actividades de desarrollo de proyectos, generación de tecnología, demostración, desarrollo de capacidades y apoyos a la transferencia de tecnología, pueden ser llevadas a cabo de manera inmediata en las plataformas propuestas en el estado.

## LITERATURA CITADA

Comité Sistema Producto Apícola del Estado de Yucatán. 2005. Plan Rector del Sistema Producto Abejas Miel en Yucatán.

Comité Sistema Producto Ovinos Carne del Estado de Yucatán. Plan Rector del Sistema Producto Ovinos en Yucatán.

Fundación Yucatán Produce. A.C. Agenda de Innovación Tecnológica 2011. En <http://www.cofupro.org.mx/>

Gobierno de Estado de Yucatán. 2005. Programa Estatal de Desarrollo Agropecuario y Pesquero del Estado de Yucatán 2001 - 2007. Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán, No. 30,422. 15 Julio de 2005. 259 pp.

INEGI. Anuario Estadístico de Yucatán 2011, Sistema para la Consulta de los Anuarios Estadísticos de los Estados. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta de Climas. En :

[www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/ae11/estatal/yuc/default.htm](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/ae11/estatal/yuc/default.htm)

INEGI. 2007. Censo Agropecuario 2007. En: [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca2007/Resultados\\_Agricola/default.aspx](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca2007/Resultados_Agricola/default.aspx).

SAGARPA - CNOG. Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado (SINIIGA). 2013. En: <http://www.siniiga.org.mx/estadistica-bis.php>. 30 ene 2013

SAGARPA. Comité Nacional Sistema Producto Bovinos Carne. 2008. Priorización de los proyectos enunciativos de la cadena productiva Bovinos Carne. Abril 2008. En: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Paginas/ComiteNacionalSistemaProductoBovinoCarne.aspx>

SAGARPA Programa Nacional Pecuario 2007-2012. En:

<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Paginas/ProgNacPecuario.aspx>

SAGARPA - Secretaría de Economía. Comité Nacional Sistema Producto Bovinos Carne. 2007. Plan rector para elevar la competitividad de la ganadería, engorda y procesamiento de la carne mexicana de bovino. En:

<http://bovinoscarne.org.mx/es/files/archivos/PLAN-RECTOR-2007b.pdf>

Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Rural Sustentable (SNIIT). Página electrónica: <http://www.snitt.org.mx/>.

Unidad Técnica Especializada Pecuaría. INIFAP. Página Electrónica. En:

<http://www.utep.inifap.gob.mx>



XXVI REUNIÓN CIENTÍFICA-TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2014 Y III SIMPOSIO INTERNACIONAL EN  
PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA TROPICAL, 6 Y 7 DE NOVIEMBRE, VILLAHERMOSA, TABASCO, MÉXICO

---

# GANADERÍA





## EFECTO DE LA ALFALFA (*Medicago Sativa L.*) EN LA DIETA SOBRE LA CALIDAD DE LOS ESPERMATOZOIDES EPIDIDIMARIOS DE OVINOS KATAHDIN CONPELIBUEY

Domínguez R.A.E<sup>1\*</sup>, G Cantón C.J<sup>1</sup>, Alcaraz R.A<sup>1</sup>, Loeza C.H<sup>2</sup>, Ramón U.J<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agropecuarios y Pecuarios, Campo Experimental Mocochoá. Km. 25 Antigua carretera Mérida-Motul. C.P. 97454. Mocochoá, Yucatán.

<sup>2</sup>Centro de Selección y Reproducción Ovina (CeSyRO)-Instituto Tecnológico de Conkal. Antigua Carretera Mérida-Motul km 16.3, C.P. 97345, Conkal, Yucatán. México.

\*E-mail: alvaroedr@gmail.com.

T-14

### RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la alfalfa en la dieta sobre la calidad de los espermatozoides epididimarios. Durante un período experimental de 90 días, veinte corderos (F1) Katahdin x Pelibuey (KTxPB) fueron divididos en dos tratamientos que consistieron en dos dietas: T1 (23 % alfalfa) y T2 (sin alfalfa), las cuales fueron hechas a base de granos, cereales y oleaginosas. A los seis meses de edad, los animales fueron sacrificados y sus gónadas fueron colectadas para extraer los espermatozoides de la cola del epidídimo por medio de cortes con un bisturí. Las muestras fueron diluidas con Triladyl® + 20 % yema de huevo y se evaluaron 10 min después de la dilución. El volumen espermático se midió directamente del tubo colector, la motilidad y la concentración espermática se evaluaron con el sistema computarizado CASA, la integridad de la membrana (IM) con Sybr-14/PI, el estado del acrosoma (NAR) con FITC-PSA y la integridad de la membrana plasmática en la cola (IMPC) con el test de HOS. Los resultados se analizaron mediante un ANOVA. La concentración espermática fue mayor en el T1 que en el T2 ( $2.19 \pm 0.04$  vs  $1.08 \pm 0.08$ )  $\times 10^9$  espermatozoides/mL, respectivamente). No se observaron diferencias significativas para el resto de los parámetros evaluados. Los resultados mostraron que la inclusión de la alfalfa en la dieta incrementa notablemente la concentración espermática en ovinos (F1) (KTxPB).

**Palabras claves:** Alfalfa, espermatozoides, epidídimo, Katahdin, Pelibuey.

### INTRODUCCIÓN

La alimentación es uno de los principales factores que afectan las características de la calidad del semen (Braden *et al.*, 1974; Al-Ghalban *et al.*, 2004), por lo que es indispensable establecer estrategias de alimentación que permitan mejorar estos atributos. Por ello, algunos investigadores han estudiado el empleo de diferentes inclusiones de nutrientes, minerales y antioxidantes en las dietas para mantener o mejorar la actividad sexual y la calidad del semen (Paulenz *et al.*, 2005; Castellano *et al.*, 2010). La alfalfa es una leguminosa forrajera que se utiliza fundamentalmente para aportar proteína de gran calidad, macrominerales, microminerales y vitaminas de forma natural a la ración del ganado. Además es una fuente importante de fibra efectiva, muy necesaria para rumiantes (Bouton, 2001). Sin embargo, nunca han sido estudiados sus efectos en la dieta sobre la calidad de los espermatozoides epididimarios en ovinos. Por ello, en el presente trabajo se planteó evaluar el efecto de la inclusión de la alfalfa en la dieta sobre la calidad de los espermatozoides epididimarios en ovinos (KTxPB).

### Objetivo

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la inclusión de la alfalfa en la dieta, sobre la calidad de los espermatozoides epididimarios en ovinos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Rancho San Alberto, Poxilá, Yucatán (Evaluación de las dietas en los animales), localizado en la región noroeste del estado comprendido entre los paralelos 20.8177 latitud norte y los meridianos -89.800 longitud oeste; posee una altura promedio de 7 metros sobre el nivel del mar, el clima predominante es cálido subhúmedo con lluvias regulares en verano (mayo - julio). Tiene una temperatura media anual de 26.7 ° C y una precipitación pluvial anual de 700 a más de 1500 milímetros (Serrano et al., 2007). Asimismo, el sacrificio de los animales se llevó a cabo en el rastro de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Yucatán, Ixmatkuil, Yucatán. La extracción y evaluación de los espermatozoides epididimarios, se realizó en el laboratorio de Biotecnología Reproductiva del Centro de Selección y Reproducción Ovina (CeSyRO) del Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán.

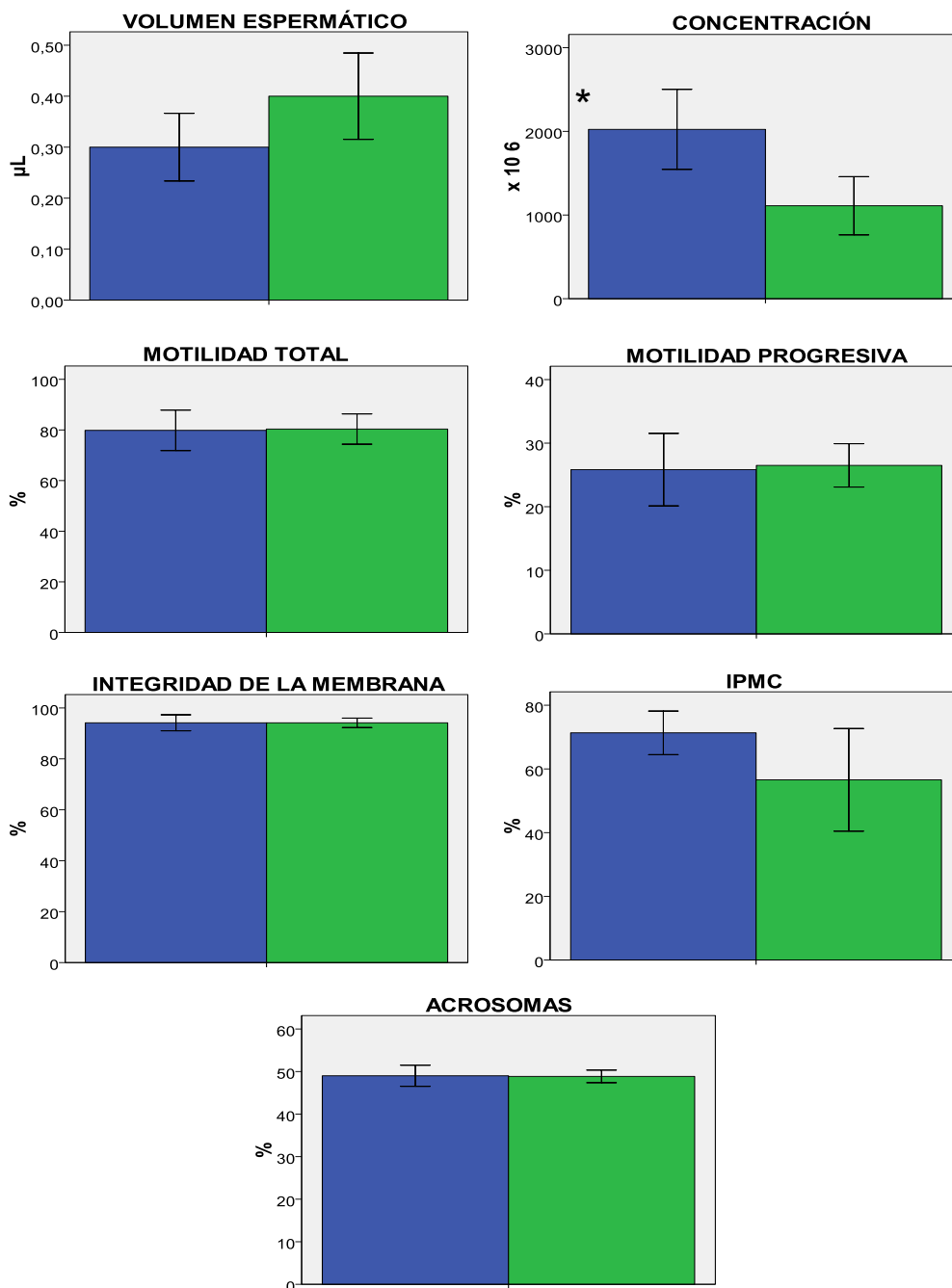
Se utilizaron 20 corderos destetados (3 meses) de la raza (KTxPB), los cuales fueron divididos en dos tratamientos que consistieron en dos dietas: T1 (23 % alfalfa) y T2 (sin alfalfa), las cuales fueron hechas a base de granos, cereales y oleaginosas. A los 6 meses de edad, los animales fueron sacrificados y los testículos fueron obtenidos y transportados al laboratorio, envueltos en el escroto y en una nevera de transporte para protegerlos de los cambios de temperatura exterior. El tiempo aproximado, desde el sacrificio de los animales hasta la extracción de los espermatozoides vario de 2-3 horas.

Después de la retirada de todas las envolturas que recubren los testículos, se procedió a realizar unos pequeños cortes en la cola del epidídimo con un bisturí, para extraer la masa de espermatozoides y depositarlos en una placa petri con 0.5 mL de diluyente (Triladyl® + 20 % yema de huevo). Posteriormente, las muestras diluidas fueron trasladadas por medio de una pipeta a un tubo colector de vidrio y se midió el volumen. Lo siguiente a medir fue la: La motilidad total (MT) y progresiva (MP) mediante el sistema computarizado CASA (ISAS, Proiser; Valencia, Spain), la integridad de la membrana (IM) con los fluorocromos Sybr-14/PI, el estado del acrosoma (NAR) con el fluorocromo FITC-PSA y la integridad de la membrana de la cola con el test de HOS (IPMC). Los acrosomas y la integridad de la membrana de la cola fueron observados mediante un microscopio de contraste de fases, los fluorocromos con microscopio de fluorescencia Olympus CX31 (Japón) y la motilidad con un microscopio de contraste de fases UOB UB203i (China) que contiene una cámara de video digital Basler (Vision-Technology, Alemania), modelo que graba los movimientos de los espermatozoides y los procesa el software ISAS. Los resultados se analizaron por medio de un ANOVA con el paquete estadístico SPSS 17 (SPSS Inc., Chicago, IL).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados quedan reflejados en la figura 1. No se observaron diferencias significativas para el volumen espermático, la motilidad total y progresiva, la integridad de la membrana, el estado del acrosoma y la integridad de la membrana plasmática de la cola en ambos tratamientos. Sin embargo, la concentración de los espermatozoides en el tratamiento T1 fue mucho mayor ( $P < 0.05$ ) que en el T2 ( $2.19 \pm 0.04$  vs  $1.08 \pm 0.08$ )  $\times 10^9$  espermatozoides/mL, respectivamente). El aumento de la concentración espermática encontrado en este estudio, podría estar relacionado con la ingesta de proteína que se encuentra en la alfalfa, ya que numerosos estudios han observado en ovinos un aumento del volumen del epitelio y los túbulos seminíferos cuando ingieren grandes cantidades de proteína. (Oldham et al., 1978; AbiSaab et al., 1997). Por otro lado, en toros, se ha reportado que el consumo de alfalfa que contiene un alto contenido de fitoestrógenos, altera el desarrollo testicular, disminuye la concentración de los espermatozoides, se presenta mayor número de espermatozoides inmaduros y la motilidad disminuye significativamente (Romero et al., 1997). Sin embargo, en los carneros, parece que

ni la fertilidad, ni la producción de espermatozoides llegan a verse afectados (Valderrábano, 1992).



**Figura 1.** Las barras muestran los efectos de la dieta en los tratamientos T1 (23 % alfalfa) y T2 (sin alfalfa) sobre el volumen del eyaculado, la concentración espermática, la motilidad total (MT), la motilidad progresiva (MP), integridad de la membrana (IM), integridad de la membrana plasmática de la cola (IPMC), estado del acrosoma (NAR). Diferencias significativas entre los tratamientos están indicados (\*).



## CONCLUSIONES

Los resultados mostraron que la inclusión de un 23 % de alfalfa en la dieta incrementa significativamente la concentración espermática en ovinos (KTxPB).

## LITERATURA CITADA

- AbisaabS, Sleima FT, Nassar KH, Chemaly I, El-skaffR. Implications of high and low protein levels on puberty and sexual maturity of growing male goat kids. *Small Rumin. Res.* 1997;25:17-22.
- Al-GhalbanAM, Tabbaa MJ, Kridli RT. Factors affecting semen characteristics and scrotal circumference of Damascus bucks. *Small Rumin. Res.* 2004;53:141-149.
- Bouton JH. Alfalfa. *Proceedings of the XIX International Grassland Congress XIX. Sao Pedro, Sao Paulo, Brazil.* 2001:545.
- Braden, AWH, Turnbull KE, Mattner PE, Moule GR: Effect of protein and energy content of the diet on the rate of sperm production in rams. *Aust. J. Biol. Sci.* 1974;27: 67-73.
- Castellano CA, Audet I, Bailey JL, Chouinard PY, LaforestJP and Matte JJ. Effect of dietary n-3 fatty acids (fish oils) on boar reproduction and semen quality. *J. Anim. Sci.* 2010;7:2346-2355.
- Oldham CM, Adams NR, Gherardi PB, Lindsay DR, Mackintosh JB. The influence of level of feed intake on sperm-producing capacity of testicular tissue in the ram. *Aust. J. Agri. Res.* 1978;29:173-179.
- Paulenz H, O. Taugbøl, P. Hofmo, and K. Saarem. A preliminary study on the effect of dietary supplementation with cod liver oil on the polyunsaturated fatty acid composition of boar semen. *Vet. Res. Commun.* 1995;19:273-284.
- Romero, C., R. Tarrago, R. Muñoz, R. Arista, y A. Rosado. Síndrome estrogénico en vacas lecheras por consumo de alfalfas con grandes cantidades de coumestrol. *Vet. Mex.* 1997;28:25-30.
- Serrano AV, Ruiz CA, Rodríguez AJH, Medina GG y Cano GMA. Estadísticas climatológicas básicas de la península de Yucatán período (1961-2003). INIFAP. SAGARPA: Libro técnico No.1. Oaxaca, México. 2007; 190 pág.
- Valderrábano J. Alteraciones reproductivas asociadas al consumo de fitoestrógenos. *Invest. Agr.:Prod. Sanid. Anim.* 1992;7:115-124.



## DESARROLLO DE CORDEROS PELIBUEY ALIMENTADOS CON INCLUSIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ (*Zea mays*) EN LA DIETA BAJO CONDICIONES DEL TRÓPICO

Alcaraz R.R.A<sup>1\*</sup>; GCanton C.J.J<sup>1</sup>; Domínguez R.A<sup>1</sup>; Chiquini M. R<sup>2</sup>; Arcocha G.E<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Campo Experimental Mocochoá. CIR Sureste. INIFAP; <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de China  
alcaraz.alberto@inifap.gob.mx

T-16

### RESUMEN

Se evaluó el efecto de la inclusión del forraje verde hidropónico de maíz (FVHM) en comparación con dos sistemas de alimentación sobre el crecimiento de corderos Pelibuey. Para la prueba de engorda se utilizaron 30 corderos machos destetados con un peso vivo promedio de 20.0 kg  $\pm$  2.18 kg. De cuales, se distribuyeron mediante un diseño totalmente al azar a tres tratamientos: T1, 100 % de alimento comercial (AC); T2, 60 % AC + 40 % FVHM; T3, 60 % AC + 40 % pasto Jhonson de rebrote y fresco, en base seca, respectivamente. Cada tratamiento tuvo 10 repeticiones y cada una de éstas consistió en un animal instalado en un corral provisto de comedero, bebedero y área de sombra. La ración se ofreció diariamente por las mañanas hasta el final del experimento, el cual tuvo una duración de 74 días. Se determinó la ganancia diaria de peso (GDP) de los corderos pesándolos al inicio, cada 14 días y al final del período de mediciones. El peso inicial fue de 19.04  $\pm$  0.39, 18.77  $\pm$  0.39, 18.57  $\pm$  0.39 Kg. para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente, el peso final fue de 32.21  $\pm$  0.65, 38.27  $\pm$  0.65 y 37.35  $\pm$  0.65 Kg para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente y la ganancia diaria de peso fue de 256 $\pm$ 6.8, 260  $\pm$  6.8 y 250  $\pm$  6.8 g/día para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. No observaron diferencias debido al tratamiento sobre ninguna de las variables evaluadas ( $P > 0.05$ ). Los resultados obtenidos confirman el hecho de que el forraje verde hidropónico de maíz es una alternativa viable para la alimentación de corderos en crecimiento, debido a que es posible obtener ganancias de peso similares al de sistemas de alimentación en el cual se utiliza únicamente alimento comercial.

**Palabras clave:** Pelibuey, Forraje verde hidropónico de maíz, Ganancia de peso

### INTRODUCCION

La producción de forraje en el trópico seco se caracteriza por ser marcadamente estacional, de tal manera que la mayor producción y la mejor calidad se obtiene durante la estación de lluvias. Esta situación hace que los animales en condiciones del trópico ganen peso en esta temporada y lo pierdan durante las épocas de invierno y primavera, cuando la disponibilidad de forraje y nutrientes es más reducida. Actualmente existen diversos métodos para suplementar al ganado ovino en épocas críticas como la sequía, siendo los más populares el silo de forraje y heno de pasto, sin embargo ninguno de éstos se adapta totalmente a las necesidades y características de los productores, debido a que se implementan con la finalidad de obtener el mejor alimento posible a bajo costo, lo cual no siempre resulta ser eficiente. Por lo tanto, es indispensable buscar nuevas alternativas tecnológicas que permitan la generación de recursos forrajeros cuando los animales lo necesiten en acorde a la naturaleza y que permitirá reducir el dispendio de los recursos naturales que ocasionan el impacto ambiental por la utilización de grandes superficies que han sido artificialmente modificadas. En este sentido, el Forraje Verde Hidropónico de Maíz (*Zea mays*) (FVHM) podría representar una alternativa muy valiosa para la producción rápida y constante de forraje verde, de alto valor nutritivo para el ganado en zonas ganaderas donde la época de secas es prolongada. Según FAO (2002) la producción de FVHM es una práctica exitosa desde hace mucho tiempo en varios países, como Estados Unidos de América. Algunos autores como Herrera *et al.*, (2007) y Pérez, (1987), mencionan que con esta tecnología se obtiene rápidamente, a bajo costo y en forma sostenible una biomasa vegetal sana, limpia y de alto valor nutritivo para alimentación animal. Sin embargo, se desconoce el



efecto que pudiera tener en la alimentación de los ovinos. Con base a lo anterior, se planteó el presente con el objeto de determinar el efecto de la inclusión del forraje verde hidropónico de maíz (FVHM) en comparación con dos sistemas de alimentación sobre el crecimiento de corderos Pelibuey

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el predio Rancho el Tesoro Chiná, localizado en el municipio de Pocyaxum, Campeche, México. El clima prevaleciente en la zona es cálido-subhúmedo de tipo AWO, de acuerdo a la clasificación Koopen, modificada por García (1973) y la temperatura media anual es de 26° C, registrándose una precipitación promedio de 1200 mm al año (Duch, 2002), básicamente durante la primavera e invierno.

Se utilizaron 30 corderos machos destetados con un peso vivo promedio de 18.8 kg  $\pm$  2.1 kg, DE, los cuales se distribuyeron mediante un diseño totalmente al azar (Montgomery, 2004) a tres tratamientos: T1, 100 % de alimento comercial (AC); T2, 60 % AC + 40 % FVHM; T3, 60 % AC + 40 % pasto Jhonson (*Sorghum halepensis*), en base seca, respectivamente. El alimento comercial estaba constituido a base de granos de cereales y oleaginosas, minerales y vitaminas con 15 % proteína cruda. Cada tratamiento tuvo 10 repeticiones y cada una de éstas consistió en un animal instalado en un corral provisto de comedero, bebedero y área de sombra. Previo al inicio de la prueba, los corderos se desparasitaron internamente (ivermectina) y tuvieron un periodo de adaptación a las dietas y corral de 14 días. Se proporcionó primero por las mañanas el alimento comercial y dependiendo de los tratamientos, el FVH y el pasto Jhonson se suministraron después de las 12:00 am. Los consumos de alimento se ajustaron cada 14 días con base al peso vivo de los animales. Se determinó la ganancia diaria de peso (GDP) de los corderos pesándolos al inicio, cada 14 días y al final del periodo de mediciones, el cual tuvo una duración de 74 días. El contenido nutricional del FVHM es de PC (18.3 %) en el FVHM, Los demás componentes químicos hallados fueron de: 23.0% MS, 55.3% FDN, 20.5% FDA y 3.7 % C. El contenido nutricional del pasto Johnson fue de 43.8 % de MS, 11.63 de PC, 52.66 % FDN, 41.28 % FDA y 8.66 % C.

La GDP por período se analizó mediante un modelo lineal para efectos fijos, que consideraron el efecto del tipo de dieta, usando el procedimiento Proc GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 2003).

## RESULTADOS

En el Cuadro 1. Se presentan los resultados de consumo de materia seca por día de los corderos durante el periodo de estudio, donde muestra que no encontraron diferencias debido al tratamiento entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ). Lo que podría ser considerado posteriormente, para evaluar los costos de la obtención de estos insumos reflejados en la producción de carne ovina.

Cuadro 1. Consumo promedio de materia seca en los diferentes tratamientos (kg/día)

Tratamiento	Tratamiento			Total MS (%)
	Alimento comercial	AC + FVH	AC + Pasto	
Alimento Comercial.	13.26 $\pm$ 1.3	0.0	0.0	13.26 $\pm$ 1.3
Alimento +FVH	8.93 $\pm$ 1.2	3.67 $\pm$ 1.5	0.0	12.6 $\pm$ 1.4
Alimento +Pasto	12.25 $\pm$ 1.0	0.0	1.69 $\pm$ 0.2	13.9 $\pm$ 0.6



En el Cuadro 2. Se presentan los resultados del peso inicial, peso final y ganancia de peso de los corderos. No observaron diferencias debido al tratamiento sobre ninguna de las variables evaluadas ( $P > 0.05$ ).

Los corderos iniciaron la prueba con un peso vivo inicial promedio de 19.0 kg, alcanzando un peso vivo final promedio de 36,0 kg al final del experimento. Los valores promedio de GDP de peso para los tres tratamientos fueron de 255 g/animal/día.

Cuadro 2. Efecto de la utilización del Forraje Verde Hidropónico de maíz sobre la ganancia de peso de corderos Pelibuey.

Variables	Tratamiento			Valor P	EEM
	Alimento comercial	AC + FVH	AC + Pasto		
Peso Inicial (kg)	19.04	18.77	18.57	0.883	0.394
Peso Final (kg)	32.21	38.27	37.35	0.812	0.650
Ganancia de peso (g/d)	256	260	250	0.799	6.841

EEM= Error Estándar de la media

## CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos confirman el hecho de que el forraje verde hidropónico de maíz es una alternativa viable para la alimentación de corderos en crecimiento, debido a que es posible obtener ganancias de peso similares al de sistemas de alimentación en el cual se utiliza únicamente alimento comercial.

## Agradecimientos

Proyecto parcialmente financiado por Fundación Produce Campeche A.C.

## LITERATURA CITADA

- Duch GJ. 2002. Los regímenes climáticos en la conformación territorial del Estado de Yucatán. México. pp: 107-231.
- Castellanos RA. 1989. Requerimientos Alimenticios del Borrego Pelibuey. En: Tecnologías para la Producción de Ovejas Tropicales. FAO. Mérida, México y Santiago, Chile. 78-90.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2002. Manual Técnico: Forraje Verde Hidropónico. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Santiago de Chile, Chile.
- García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). UNAM. Méx. 71 p.
- González GR, Torres HG, Arece GJ. 2011. Ganancia de peso de ovinos alimentados con pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) suplementados con diversas fuentes de proteína Avances en Investigación Agropecuaria 13(3): 3-20.
- Herrera A. A. M., Depablos A. L. A., López M. R., Benezra S. M. A., Leyla R. 2007. Degradabilidad y Digestibilidad de la Materia Seca del Forraje Hidropónico de Maíz (*Zea mays*). Respuesta Animal en Términos de Consumo y Ganancia de Peso. Revista Científica, FCV-LUZ/Vol. XVII, Nº 4, pp. 372 - 379, Universidad del Zulia Maracaibo, Venezuela.
- Huerta B. M. 2001. Requerimientos nutricionales de ovinos Pelibuey y de lana. II Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Mérida, Yucatán. pp:1-16.
- Juárez P. L., Morales R. H., Sandoval V. M., Gómez D. A., Cruz C. E., Juárez R.C., Aguirre O. J., Alejo S.G., Ortiz CM. 2004. Producción de forraje verde hidropónico. Revista Fuente Nueva Época. No. 13: pp:16-26



- Montgomery D. C. 2004. Diseños y Análisis de Experimentos. Edit. Limusa. 2ª ed., Mex. 686 p.
- Morales, A. 1987. Forraje hidropónico y su utilización en la alimentación de corderos precozmente destetados. Tesis. Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Chillán, Chile. 64 p.
- Pérez L. N. 1987. Efecto de la Sustitución del Concentrado por Forraje Obtenido en Condiciones de Hidroponía en una Crianza Artificial de Terneros. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.
- Vargas R. C. 2008. Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. *Agronomía Mesoamericana* 19(2): 233-240.



## CONTENIDO DE AFLATOXINAS EN ALIMENTO Y LECHE CRUDA EN LA REGION CENTRO DE CHIAPAS, MÉXICO

Vázquez C.J.A., Herrera H. J. G., Ruiz S. B., Ortega C. M. E., Barreras S.A., Bautista M.Y\*

Programa en Ganadería, Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Km 36.5 Carretera México-Texcoco, Texcoco Edo. México. C. P. 56230. vazquez.jorge@colpos.mx, Programa en Ganadería, Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Km 36.5 Carretera México-Texcoco, Texcoco Edo. México. C. P. 56230. haro@colpos.mx, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chiapas, calle Oaxaca No. 536, Plan de Ayala, Tuxtla Gutiérrez Chiapas. ruiz.62@gmail.com, Programa en Ganadería, Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Km 36.5 Carretera México-Texcoco, Texcoco Edo. México. C. P. 56230. meoc@colpos.mx, Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California. C. P. 21100. abarreras@uabc.edu.mx, Programa en Ganadería, Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Km 36.5 Carretera México-Texcoco, Texcoco Edo. México. C. P. 56230. bautista.yuridia@colpos.mx

T-32

### RESUMEN

El tipo de alimento del ganado bovino lechero y las deficiencias en su conservación y almacenamiento, aunado a altas temperaturas y humedad relativa de las regiones tropicales incrementan el riesgo de contaminación con micotoxinas y su posible secreción en la leche, propiciando el deterioro en la salud de los consumidores. Con el objeto de determinar los niveles de aflatoxinas totales (AFT) en el alimento y aflatoxinas M<sub>1</sub> (AFM<sub>1</sub>) en la leche cruda, se realizó un estudio en 20 ranchos lecheros ubicados en cuatro municipios (Villaflores, Villacorzo, Ocozocoautla y Berriozábal) de Chiapas. Para determinar los niveles de AFT y AFM<sub>1</sub>, se tomaron muestras de alimento en los comederos y de la leche en los tanques enfriadores respectivamente. Los análisis de AFT y AFM<sub>1</sub> se realizaron empleando la técnica de ELISA. Los resultados mostraron la presencia de AFT en alimento y AFM<sub>1</sub> en leche en el 100 % de los ranchos en estudio. Existieron diferencias en los niveles de AFT en alimento entre municipios ( $p < 0.05$ ), siendo más altos en Villaflores ( $27.65 \mu\text{g kg}^{-1}$ ) y Villacorzo ( $11.56 \mu\text{g kg}^{-1}$ ) en comparación con Ocozocoautla ( $3.13 \mu\text{g kg}^{-1}$ ) y Berriozábal ( $2.44 \mu\text{g kg}^{-1}$ ), superando el primer municipio lo permitido por las normas sanitarias ( $20 \mu\text{g kg}^{-1}$ ) de alimento. En relación a AFM<sub>1</sub> en leche, se obtuvieron niveles de 0.348, 0.096, 0.045 y 0.036  $\mu\text{g L}^{-1}$  respectivamente, en los mismos municipios, siendo Villaflores y Villacorzo los que superaron la norma de AFM<sub>1</sub> ( $0.05 \mu\text{g L}^{-1}$ ) para leche cruda. Además, se observó que las dietas con grano de maíz y pollinaza fueron las que se asociaron con un mayor contenido de AFT. Se concluye que los niveles de AFM<sub>1</sub>, en el 10 % de las UP, superaron el valor establecido por la norma sanitaria de leche, lo cual constituye un riesgo para la salud pública, situación que se agrava por el hecho de que la AFM<sub>1</sub> se asocia con riesgos de cáncer en humanos.

**Palabras clave:** Vacas lecheras, alimento, leche cruda, aflatoxinas AFT y AFM<sub>1</sub>.

### INTRODUCCIÓN

Las granjas productoras de leche de la región Centro del Estado de Chiapas se basan en un sistema de explotación semi intensivo de doble propósito, cuya alimentación del ganado consiste en el pastoreo de praderas mejoradas, complementada por raciones elaboradas con granos y subproductos de la industria avícola, principalmente pollinaza. La elevada temperatura, alta humedad relativa, deficiencias de conservación y almacenamiento de piensos para el ganado bovino, favorecen el desarrollo de toxinas de los géneros *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus* (Klich *et al.*, 2000), denominadas aflatoxinas, las cuales son secretadas en la leche, constituyendo un riesgo para la salud pública. Así mismo, prácticas inadecuadas en el manejo

de la leche, durante y después del ordeño, también contribuyen al crecimiento de hongos e incrementan el riesgo de aflatoxicosis (Bhat y Vasanthi, 2003).

La aflatoxina M1 (AFM<sub>1</sub>) es secretada en la leche de vacas que consumen alimentos contaminados (Hussein et al., 2001) y por ello, constituye un riesgo para la salud de los consumidores, ya que se asocian con daños hepáticos y renales, inmunosupresión y citotoxicidad (Hussein, 2001). La norma mexicana de inocuidad establece una concentración límite de AFM<sub>1</sub> de 20 µg kg<sup>-1</sup> en alimento (NOM-188-SSA1-2002) y 0.5 µg L<sup>-1</sup> en leche (PROY-NMX-F-700-COFOCALEC-2012), cuyo efecto depende de su concentración, forma y duración del consumo de alimento contaminado, además de la especie y raza de animales.

Muchos de los sistemas de producción de leche cruda, carecen de organización para certificar sus productos, desconociendo la calidad ofrecida a la pequeña lacto-industria artesanal y a boteros que la recogen en las mismas unidades de producción y la ofrecen directamente al consumidor, sin procesar y sin considerar los riesgos que pueden ocasionar en la salud pública. Estudios realizados en Jalisco, México por Reyes et al., (2009) mostraron que la contaminación de AFT en granos y alimentos de vacas lecheras oscilaron entre 4.82 a 24.89 µg kg<sup>-1</sup> encontrando que el 9.3% de los alimentos contaminados presentaron niveles superiores al establecido en la norma mexicana. Respecto a la contaminación con AFM<sub>1</sub> esta varió de 0.006 a 0.065 µg L<sup>-1</sup> en el 80 % de las muestras analizadas y solamente 9.4 % de las muestras superaron el nivel establecido por la norma mexicana. En un estudio realizado por Landeros, et al. (2012) en el mismo estado, mostraron niveles de AFM<sub>1</sub> en leche cruda en el 100 % de las muestras analizadas, mostrando valores de 0.005 a 0.100 µg L<sup>-1</sup>.

Por lo anterior, se realizó un estudio cuyo objetivo fue determinar los niveles de AFT en alimento y AFM<sub>1</sub> en leche de vacas lecheras en cuatro municipios de la región centro del estado de Chiapas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se basó en un muestreo aleatorio irrestricto de 20 ranchos lecheros (42 % de la población) con ordeña mecánica y tanque enfriador, en los municipios de Villaflores, Villacorzo, Ocozacoautla, Berriozabal y Tuxtla Gutiérrez. La concentración de aflatoxinas (AFT's) en alimento se determinó tomando 30 muestras de alimento de diferentes puntos del comedero, en cada rancho, las cuales fueron integradas en una muestra global.

La recolección de las muestras de leche se realizó de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-F-718COFOCALEC, guía para el muestreo de leche y productos lácteos. La cual establece el uso de viales de plástico, provistos de un tapón de cierre hermético, libre de fenol y limpios.

La cuantificación de AFT's en alimento se realizó mediante la técnica de ELISA de tipo competitivo-directo (Agraquant, RomerLabs®). Para aflatoxinas en leche, se recolectaron 30 oz por rancho, directamente de la válvula principal del tanque enfriador. Las muestras se mantuvieron refrigeradas hasta 48 h. Para determinar la concentración de AFM<sub>1</sub> en la leche se empleó la técnica de ELISA de inhibición directa (Agraquant M1, RomerLabs®).

Se estimaron los estadísticos descriptivos y análisis de varianza entre municipios usando el programa SAS (SAS, 2011) con un modelo de un solo criterio de clasificación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La alimentación del ganado en la región de estudio se basa en el pastoreo y suplementación ad libitum del ganado durante la ordeña, cuyas raciones están constituidas por maíz en grano, concentrados comerciales, pollinaza y desechos de la industria harinera. El análisis de las muestras de alimentos mostró que el 100 % contenían niveles de aflatoxinas totales entre 0.20 y 10.3 µg kg<sup>-1</sup>, observando que el 10 % de las muestras presentaron niveles superiores a lo establecido por la norma mexicana (20 µg kg<sup>-1</sup>) y un 55 % superan lo establecido para ganado bovino lechero por la directiva 2002/CE. Si bien la medida anterior es más estricta, su aplicación garantiza que los límites para la AFM<sub>1</sub> no lleguen a superarse.

Estos valores de AFT son muy superiores a los encontrados por Reyes et al., (2009) y Landeros et al., (2012), pudiendo ser consecuencia de las altas temperaturas y humedad relativa en la región de estudio, además de un deficiente almacenamiento de granos y pollinaza, que propician la aparición de hongos, además de la ignorancia del productor sobre la importancia de realizar un manejo adecuado de alimentos para el ganado.

En el Cuadro 1. Se muestra los valores de AFM<sub>1</sub> en leche cruda, siendo solamente el 5 % de los ranchos que rebaso la norma mexicana, aunque el 100 % de los rancho mostró contaminación con AFM<sub>1</sub> en leche cruda (0.010 y 0.69 µg L<sup>-1</sup>).

Las evidencias son superiores a las informadas por otros investigadores, probablemente por las condiciones climáticas más severas del trópico mexicano, así como a un deficiente almacenamiento de los alimentos, que favorece el desarrollo de micotoxinas, aunado a una menor tecnificación de las explotaciones lecheras.

Cuadro 1. Niveles de aflatoxinas en raciones de bovinos y AFM<sub>1</sub> en leche cruda en ranchos de la zona centro de Chiapas.

Municipio	AFT'S Totales en la dieta µg kg <sup>-1</sup>		AFM <sub>1</sub> En la leche µg L <sup>-1</sup>	
	Media	CV	Media	CV
Villaflores	27.65 <sup>a</sup>	134.20	0.34 <sup>a</sup>	62.03
Ocozocoautla	3.12 <sup>b</sup>	40.59	0.04 <sup>b</sup>	22.22
Villacorzo	11.56 <sup>ab</sup>	162.27	0.09 <sup>ab</sup>	142.17
Berriozabal	2.44 <sup>b</sup>	90.33	0.03 <sup>b</sup>	66.89
EEM	10.29		0.063	
Límite máximo	20 µg kg <sup>-1</sup> NOM-188-SSA1-2002		.5 µg L <sup>-1</sup> NOM-184-SSA1-2002	

## CONCLUSIONES

Se concluye que los hatos lecheros del centro de Chiapas presentan niveles inferiores de contaminación de alimentos y leche cruda, al establecido como máximos por la Norma Oficial Mexicana de leche cruda. Lo cual es un problema de salud pública que debe atenderse a corto plazo. Sin embargo, se recomienda realizar estudios que permitan determinar las causas de esta contaminación y la forma de controlarla, evitando riesgos para la salud de animal y de los consumidores.

## Agradecimientos

Este estudio fue financiado con el apoyo de la Línea 7 “Inocuidad, calidad de alimentos y bioseguridad”, del Colegio de Postgraduados, Montecillos, México.

## LITERATURA CITADA

- Bhat, R.V. and S. Vasanthi, 2003. Food Safety in Food Security and Food Trade. Mycotoxin Food Safety Risk in Developing Countries. IFPRI. Brief 3. Septiembre 2003.
- Hussein, H. S., S. L. Lake, and T. P. Ringkob. 2001. Review: Cattle as a reservoir of shiga-like toxin-producing *Escherichia coli* including O157:H7-Pre-and Post-harvest control measures to assure beef safety. Prof. Anim. Sci. 17:1-16.
- Hussein, S.H., Brasel J.M. 2001 Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals. Review. Toxicology. (167):101-134.
- Klich, M.A., E.J. Mullaney., C.B. Daly., y J.W. Cary.2000. Molecular and physiological aspects of aflatoxin and sterigmatocystin biosynthesis by *Aspergillus tamarii* and *A.*



- ochraceoroseus*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, Vol.53, No.5, (May 2000), pp. 605-609, ISSN 0175-7598.
- Landeros P., Noa M., López Y., González D., Noa E., Real M. 2012. Niveles de aflatoxina M1 en leche cruda y pasteurizada comercializada en la zona metropolitana de Guadalajara, México. *Rev. Salud Anim.*, 34(1), 40-45.
- Reyes, W.V., Patricio S. M., Nathal, M. V., De Lucas, E. P., Rojo, F. 2009. Aflatoxinas totales en raciones de bovinos y AFM1 en leche cruda obtenida en establos del estado de Jalisco, México. *Tec. Pec. Mex.*, 47 (2), 223-230.



## CARACTERÍSTICAS DE LA CARNE DE OVINOS SUFFOLK-HAMPSHIRE USANDO UN ADITIVO MICROBIANO EN LA DIETA

Pereyra R. A. E, Herrera H. J. G, Ramos. J. J.A, Bautista M.Y \*

Programa en Ganadería, Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Km 36.5 Carretera México-Texcoco, Texcoco Edo. México. C. P. 56230. ernesto.ruiz@colpos.mx, Programa en Ganadería, Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Km 36.5 Carretera México-Texcoco, Texcoco Edo. México. C. P. 56230. haro@colpos.mx, Colegio de Postgraduados. Campus Tabasco. Carretera Libre Cárdenas-Coatzacoalcos km 21, Poblado C-27, municipio de Cárdenas, Tabasco. C. P. 86500. ramosj@colpos.mx, Programa en Ganadería, Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Km 36.5 Carretera México-Texcoco, Texcoco Edo. México. C. P. 56230. bautista.yuridia@colpos.mx

T-33

### RESUMEN

Se realizó un estudio con el objetivo de evaluar la calidad de la carne de corderos finalizados en corral. Se sacrificaron 16 corderos Suffolk-Hampshire alimentados con una dieta a la cual se le adicionó un aditivo microbiano de levaduras y lactobacilos obtenido por fermentación líquida, dando origen a cuatro tratamientos: T1) dieta base con 11.97 % de PC y 2.58Mcal, ED kg-1 MS; conteniendo 41 % maíz molido, 14 % de sorgo, 9 % de pasta de soya, 5 % de melaza, 1 % de minerales y 30 % de avena; T2) dieta base más 5 ml de VF, T3) dieta base más 10 ml de VF, T4) dieta base más 15 ml de VF por kg de peso vivo. Las variables evaluadas fueron: rendimiento en canal, grasa dorsal, área del ojo de la costilla, capacidad de retención de agua, pH, textura y color. El análisis de los datos se realizó con un diseño completamente al azar, usando el procedimiento GLM de (SAS). Los resultados no mostraron diferencias en las variables rendimiento en canal, grasa dorsal, área del ojo de la costilla, capacidad de retención de agua, pH, textura y color ( $P>0.05$ ). Concluyendo que la adición de un producto biológicamente activo a base de lactobacilos y levaduras no modifica el rendimiento y características de la carne.

**Palabras clave:** Calidad de carne, corderos Suffolk-Hampshire, aditivo microbiano

### INTRODUCCION

La producción ovina en México tiene como objetivo la engorda de corderos para el abasto, dada que la demanda de carne no se satisface con la producción nacional, se recurre a importaciones (SAGARPA 2013). Esta demanda insatisfecha ha incentivado al productor para buscar alternativas para lograr una mayor eficiencia en el proceso de producción, incrementado el rendimiento en canal, la calidad de carne y disminuyendo los costos. Una alternativa reciente ha sido el uso de aditivos microbianos que mejoren la eficiencia digestiva, cuando se agregan a las dietas de pequeños rumiantes. Este es el caso de un aditivo basado en un producto biológico compuesto de lactobacilos y levaduras, obtenido por fermentación líquida, cuyos metabolitos son capaces de producir cantidades apreciables de ácidos orgánicos de cadena corta como láctico, acético, succínico y pirúvico, además de tener un efecto prebiótico. Con esta alternativa se busca mejorar la ganancia de peso y conversión alimenticia, así como, las características fisicoquímicas de la carne (Pérez, 2002). Aunque el termino calidad de carne tiene un significado amplio, éste en general se puede definir como las propiedades deseables que posee este producto, ya que de ellas dependerá su aceptación por parte del consumidor (Cano, 2003). La calidad de la carne de ovinos se mide en función del valor final que presente en pH, color, textura y la capacidad de retención de agua (CRA), ya que estos factores determinan en gran manera la apariencia de la carne, la cual es importante para los consumidores al momento de la compra (Marichal, 2003).

### Objetivos



Evaluar las características fisicoquímicas de la canal y carne de ovinos Suffolk-Hampshire en engorda intensiva en corral, adicionando a la dieta un producto biológicamente activo a base de lactobacilos y levaduras.

### MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el Modulo de producción ovina del Colegio de Postgraduados campus Montecillos, Estado de México, ubicado a 19° 29' latitud norte, 98° 54' longitud oeste a 2240 msnm. El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano, precipitación media anual de 635.5 mm y temperatura media anual de 15.2 °C y (García, 1989). Se utilizaron 16 corderos Suffolk-Hampshire finalizados en corral adicionando en la dieta diferentes niveles del aditivo a base de lactobacilos y levaduras : T1) dieta base con 11.97% de PC y 2.58Mcal ED kg<sup>-1</sup> MS; conteniendo 41 % maíz molido, 14 % de sorgo, 9 % de pasta de soya, 5 % de melaza, 1 % de minerales y 30 % de avena; T2) dieta base más 5 ml del aditivo, T3) dieta base más 10 ml del aditivo, T4) dieta base más 15 ml del aditivo por kg de peso vivo.

Para la evaluación de las características fisicoquímicas de la canal se determinó la Capacidad de retención de agua, utilizando la metodología descrita por Guerrero et al., (2002) con algunos cambios. Se pesaron 5 g de carne finamente picada, se homogenizó con 8 mL de cloruro de sodio 0.6 M durante un minuto con una varilla de vidrio posteriormente se dejó reposar en baño con hielo durante 30 min. El extracto se centrifugo durante 15 min a 10,000 r.p.m. El sobrenadante se decantó y se midió el volumen en una probeta. Se reportó la cantidad de mL de solución retenida en 100 g de carne. El pH se midió utilizando la metodología descrita por Guerrero et al., (2002). Utilizando un potenciómetro portátil, equipado con un electrodo de penetración en el músculo Longissimus dorsi en el espacio intercostal entre la 12va y 13va costilla, directamente en la canal. La medida se realizó una vez calibrado el equipo con los tampones a pH 4,01 y 7,006.

La textura o fuerza de corte fue determinada con la ayuda de un equipo texturómetro (TextureAnalyser, modelo: TAXT2i, Scarsdale, N.Y.) equipado con una navaja sencilla de Warner-Bratzler, operado con una velocidad de ensayo de 5 mm/s, una distancia de ruptura de 40 mm, una fuerza de corte de 0.918 N en un tiempo de 2 s. La muestra de carne se colocó bajo la navaja de tal forma que las fibras musculares quedaran perpendiculares a la navaja (Guerrero *et al.*, 2002).

El color se midió con un colorímetro Minolta (Chroma Meter CR- 200, Tokio, Japón). Para esto, se obtuvo un corte de carne del músculo Longissimus dorsi de 1 cm de grosor y 7 cm de diámetro. La carne se dejó oxigenar por alrededor de 30 min y después se colocó en un vaso de precipitados de 20 ml hasta cubrir por completo el fondo con la carne. El vaso con la muestra dentro se colocó en el colorímetro y se realizaron tres lecturas girando el vaso 90 grados para cada una. Los valores se reportaron en L\*, a\* y b\*. Donde L\* representa el brillo de la carne, a\* brinda la tonalidad que va de rojo a verde y b\* indica los colores de amarillo a azul (Guerrero *et al.*, 2002).

La Grasa dorsal y área del ojo de la costilla se midió con transductor de un equipo de ultrasonografía (Sonovet 600, Universal Medical System, Inc. Transductor de 7.5 Mhz) directamente sobre el animal, el cual fue inmovilizado, previo a la medición los animales se les se rasuró al costado derecho entre la 12<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> costilla.

Para medir el efecto de los tratamientos sobre las características de la canal y carne se utilizó un análisis de varianza usando un diseño completamente al azar utilizando en programa SAS 2008. Los tratamientos fueron T1) dieta base con 11.97 % de PC y 2.58Mcal ED kg<sup>-1</sup> MS; conteniendo 41 % maíz molido, 14 % de sorgo, 9 % de pasta de soya, 5 % de melaza, 1 % de minerales y 30 % de avena; T2) dieta base más 5 ml del aditivo, T3) dieta base más 10 ml del

aditivo, T4) dieta base más 15 ml del aditivo por kg de peso vivo. Con cuatro repeticiones por tratamiento. Se obtuvieron las medias y se hicieron comparaciones usando la prueba de Tukey (Steel, Torrie y Dickey, 1997).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables peso de la canal caliente, rendimiento de canal, grasa dorsal, área del ojo de la costilla, fuerza de corte, capacidad de retención de agua, índices de L\*, a\*, b\* y componentes de la canal no mostraron diferencias ( $P>0.05$ ) entre tratamientos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características fisicoquímicas de la carne y canal de corderos Suffolk x Hampshire suplementados con un aditivo biológico a base de lactobacilos y levaduras.

	T1	T2	T3	T4	EEM
Peso canal caliente (kg)	19.250	19.350	18.293	21.175	0.533
Peso canal fría (kg)	18.975	19.000	17.900	20.738	0.511
Rendimiento canal caliente (%)	47.323	48.305	46.535	47.323	0.431
Rendimiento canal fría (%)	46.650	47.445	45.553	46.773	0.399
Grasa dorsal 12° costilla (mm)	3.33	3.33	3.20	3.17	0.093
Área del ojo de la costilla (cm <sup>2</sup> )	10.25	10.69	10.71	11.24	0.275
Fuerza de corte (kg cm <sup>2</sup> )	1.81	1.70	1.69	1.53	1.25
pH	5.78	5.88	5.89	5.84	0.032
CRA	33.50	32.75	32.50	31.75	3.499
L*	41.35	38.61	42.52	40.08	0.783
a*	19.11	19.24	19.43	19.50	0.200
b*	4.28	3.98	4.73	3.77	0.241
Componentes de la canal					
Sangre (kg)	2.30	2.43	2.44	2.32	0.058
Cabeza (kg)	2.12	2.13	2.00	2.20	0.052
Piel (kg)	4.05	4.33	3.88	4.71	0.150
Patas (kg)	1.08	1.07	1.02	1.20	0.040
Vísceras rojas(kg)	1.07	1.08	1.02	1.14	0.030

EEM= Error estándar de la media. CRA= Capacidad de retención de agua; L\* = índice de luminosidad; a\* = Índice de rojo; b\*=Índice de amarillo. T1) 0 ml del aditivo por kg de peso vivo; T2) 5 ml del aditivo por kg de peso vivo; T3) 10 ml del aditivo por kg de peso vivo; T4) 15 ml del aditivo por kg de peso vivo.

Los valores obtenidos para la variable pH son considerados como óptimos 5.7 y clasificados como una carne normal (Díaz, 2005), misma que se caracteriza por tener un color rojo brillante, textura suave y óptima para la elaboración de productos cárnicos por su capacidad de retener agua en musculo.

Cuando el animal es desangrado en musculo pos mortem inicia el descenso del pH, este se encuentra en valores cercanos a 7, va disminuyen paulatinamente hasta llegar a valores de 5.7 a 5.8 para una carne clasificada como norma (Marichal, 2003). Este proceso es importante para tener una carne de textura suave y color rojo brillante pues si el pH desciende rápidamente o éste no baja lo suficiente se obtiene carnes pálidas suaves y exudativas (PSE) o firmes oscuras y secas (DFD) respectivamente.

El pH es determinante para definir la calidad de carne ya que este está ligado a otras características, como el color, si el pH es muy bajo desnaturaliza proteínas como la mioglobina

y hemoglobina responsables de darle el rojo brillante a la carne, los índices de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  se ven afectados dándole una apariencia poco deseable al consumidor. De la misma forma la CRA se ve afectada ya que el pH final de la carne tiene una acción directa en determinar el número de grupos reactivos de las proteínas y su capacidad de ligar agua, un pH final bajo cercano al punto isoeléctrico (5.4 pH) de las proteínas miofibrilares aumenta la desnaturalización de proteínas, reduciendo considerablemente su capacidad de retener agua. Por ende si se tiene una carne con baja capacidad de retención de agua las fibras musculares se compactan haciendo que la carne tenga una mayor resistencia al corte o se a más dura (Pérez, 2002)

### CONCLUSIONES

La adición de un producto biológicamente activo en la dieta de finalización para corderos Suffolk-Hampshire no modifica el rendimiento en canal ni afecta negativamente las características fisicoquímicas de carne.

### LITERATURA CITADA

- Cano, T.; Peña, F.; Martos, J.; Doménech, V.; Alcalde, M. J.; García, A.; Herrera, M.; Rodero, E.; Acero, R. Calidad de la canal y de la carne en corderos ligeros de raza Segureña. *Arch de Zoot.* 52:315-326. 2003.
- Díaz, M.T.; De La Fuente, J.; Lauzurica, S.; Pérez, C.; Velazco, S.; Alvarez, I.; Ruiz De H., F.; Anega, E.; Blázquez, B.; Cañeque, V. Use of carcass weight to classify Manchego sucking lambs and its relation to carcass and meat quality. *Anim. Sci.* 80:61-69. 2005.
- García, M. E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 3ra edición. México, D. F. Instituto de Geografía. 146 p. 1989.
- Guerrero, L. I.; Ponce A. E.; Pérez, M. L. Curso práctico de tecnología de carnes y pescado. Universidad Metropolitana Unidad Iztapalapa. D. F., México. 171 p. 2002.
- Marichal, A.; Castro, N.; Capote, J.; Zamorano, M.J.; Arguello, A. Effect of live weight at slaughter (6,10 and 25 kg) on kid carcass and meat quality. *Livest Prod Sci.* 83: 247-256. 2003.
- Pérez, P.; Maino, M.; Tomic, G.; Mardones, E.; Pokniak, J. Carcass characteristics and meat quality of Suffolk Down suckling lambs. *Small Rum Res.* 44: 233-240. 2002.



## LA CONDICIÓN CORPORAL Y LA PRESENCIA DEL BECERRO EN EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE VACAS EN EL TRÓPICO HÚMEDO.

\*Mario M. Osorio-Arce y José C. Segura-Correa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Campus Tabasco, Colegio de Postgraduados, H. Cárdenas, Tabasco, México.

mosorio@colpos.mx, <sup>2</sup> Facultad de medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. jsegura52@hotmail.com

T-35

### RESUMEN

Este trabajo es sobre el comportamiento reproductivo de vacas Cebú y sus cruzas con toros de algunas razas europeas en un sistema de producción extensivo vaca-becerro en el trópico húmedo. Los 131 datos obtenidos en la palpación de este año (2 014). La media de porcentaje de gestación encontrado en este estudio fue de 58.0 % valor que está en el límite superior reportado en la literatura (0.4-0.6) para América Latina. Las limitantes existentes en el trópico sobre todo de tipo nutricional como las del presente trabajo. Se puede concluir que ante la situación difícil del ambiente, principalmente por el bajo nivel nutricional; vacas que están lactando tienden a reducir su condición corporal y si esto sucede su probabilidad de cargarse es mínima. Se concluyó que las vacas con condición corporal Cc Buena tuvieron una alta probabilidad de gestarse no así, las de Cc mala. Las vacas con B vieron afectado su comportamiento reproductivo pero en menor magnitud que las de mala Condición corporal.

### INTR ODUCCION

La producción de becerros es la principal componente de productividad de la actividad ganadera bovina productora de carne, aunque la engorda del becerro ha recibido mayor atención por parte de la industria, el ganadero e investigadores. Esto se aprecia en el rango de porcentajes de pariciones (30-50 %) notificado por Warwick (1967) para América Latina y que sigue vigente en la actualidad. Las causas señaladas de esos valores bajos son: principalmente el pobre nivel nutricional (Warwick, 1967, Rudder *et al.*, 1985 para Auralia Tropical, Migwi *et al.*, 2 013, Alderete *et al.*, 1995 para el Trópico de México), parasitosis (Rudder *et al.*, 1985), razas con capacidad de retrasar su comportamiento reproductivo como estrategia para protegerse del ambiente adverso, Tawonezvi *et al.*, 1988). Una condición fisiológica que afecta negativamente el comportamiento reproductivo en las razas del trópico es la lactancia, (Mackinnon *et al.*, 1989,) en Tabasco fue señalado por Alderete *et al.*, (1998), y otros. Estos factores interactúan de una manera compleja en diferentes procesos metabólicos y a diferentes niveles fisiológicos dando lugar a respuestas detrimentales en la reproducción (Williams *et al.*, 1990). El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la condición y la presencia del becerro sobre el comportamiento reproductivo de vacas Cebú y sus cruzas con toros de alguna raza europea en un sistema de producción extensivo vaca-becerro en el trópico húmedo de México.

**Palabras claves:** Trópico Condición corporal B Becerro Gestación

### MAETRIALES Y METODOS

El hato donde se realizó la palpación pertenece al Campus Tabasco del Colegio de Postgraduados, situado en el Km 21 de la Carretera Cárdenas- Coatzacoalcos, Tabasco, México. El clima de la región es tropical húmedo con una media de temperatura mensual de 26°C y temperaturas arriba de 36°C durante el día en primavera, verano y parte de otoño. La precipitación anual es de 2 240 mm con un 70 % de esta en el verano y el otoño. La humedad relativa media mensual es superior al 80 % (García, 1988). La variación de los factores del clima durante el año, llevan a reconocer tres épocas: 1.- Secas, de marzo a mayo. Con precipitaciones menores de 100 mm mensual y altas temperaturas todo el día, en esta época hay pobre desarrollo de los pastos y las vacas lactantes pueden bajar de condición .2.- Lluvias, de junio

a octubre con fuertes lluvias y altas temperaturas durante el día, época de alto desarrollo de los pastos, y 3-Nortes de noviembre a febrero. Con lluvias aisladas, y vientos fríos, provocando un descenso de las temperaturas, sobre todo en las noches. Por lo anterior y los foto-períodos cortos hay lento desarrollo de los pastos.

Las vacas y sus crías pastorearon praderas de Camalote (*Paspalum fasciculatum* Willd ex Flugge) en un Sistema extensivo de producción.

Los 131 datos obtenidos en la palpación de este año (2014 se corrieron con el proc Gln de SAS (SAS, 1990). Usando el modelo  $Y_{ijk} = M + C_{ci} + B_j + e_{ijk}$  donde  $Y_{ijk}$  es la observación de la vaca  $k$  con la condición  $C_{ci}$  y con la presencia y/o ausencia del becerro  $B_j$ .  $M$  es la media general de las 131 observaciones,  $C_{ci}$  es la condición  $i$ .  $B_j$  es la presencia y/o ausencia del  $B_j$  en la vaca  $ijk$ ,  $e_{ijk}$  es el error aleatorio de la vaca  $ijk$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La media de porcentaje de gestación encontrado en este estudio fue de 58.0 % (ver cuadro 1) valor que está en el límite superior reportado en la literatura (0.4-0.6) para América Latina (Warwick, 1967). Las limitantes existentes en el trópico sobre todo de tipo nutricional como las del presente trabajo y que se han reportado en situaciones comerciales de la Florida (Peacock *et al.*, 1971) y experimentales en Australia tropical, (Rudder *et al.* 1985), América Latina, (Plasse *et al.* 1998) y África (Tawonezvi *et al.*, 1988). Martínez (2014) al igual que Osorio (2005) no en contra ron diferencias entre el cebú (Z) y sus cruces por Europeo en estas condiciones

**Cuadro 1** Número de vacas gestantes según condición corporal (Cc) y la presencia/o no del Becerro (B).

		Cc	Buena	Regular	Mala
B	Sin	n	18	23	4
		%	0.013	0.17	0.03
	G	n	12	8	0
		%	0.66	0.34	0.0
Con		n	17	57	11
		%	0.13	0.43	0.08
	G	n	16	27	2
		%	0.94	0.47	0.19

G = gestante Cc = Buena, Regular, Mala.

El estado lactante tuvo un efecto significativo, aunque en este estudio está relacionado más a la condición corporal de la vaca más que a la presencia del becerro.

## CONCLUSIONES

Se puede concluir que ante la situación difícil del ambiente, principalmente por el bajo nivel nutricional; vacas que están lactando tienden a reducir su condición corporal y si esto sucede su probabilidad de cargarse es mínima.

Las vacas con condición corporal Cc Buena tuvieron una alta probabilidad de estar gestantes no así, las de Cc mala.

¿Porque no preocuparse por llevar a Cc Buena las que están en Cc Regular?

## LITERATURA CITADA

Alderete, R.,H .Lozada, M.M.Osorio and E Aranda 1995. Effect of molasses/urea and blood meal supplementation on the reproductive performance of commercial Zebu heifers. Cuban Journal of Agricultural Science. 29:29.



- Alderete, R., H.Lozada, J. Cortés, M.Osorio and E. Aranda 1998. Reproductive behaviour of commercial Zebu cows, with caves under a regime of restricted suckling. *Livestock Research for Rural Development*. 10:
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koeppen Ed. E. García, México 194 p
- Mackinnon, M.J., D.J.S., Hetzel, and J.F. Taylor. 1989. Genetic and environmental effects on beef cow performance in the Tropics. *Aust. J. Agric. Res.* 40: 1085- 1097.
- Martínez García G. E 2014. Factores que afectan la vida productiva en vacas de doble propósito en el Estado de Trujillo, Venezuela. *Livestock Research for Rural Development* vol. 26. 3. Retrieved June 29, 2014 from [Http://www.lrrd.org/lrrd./Matr26.2014htm](http://www.lrrd.org/lrrd./Matr26.2014htm)
- Osorio A., M.M. 2005. Efecto del grupo racial, condición corporal y estado lactante sobre la fertilidad de la vaca de carne en el trópico. *Memoria XXIX Congreso Nacional de Buiatría*. Puebla, México. Resumen.
- Peacock, F. M., M, Koger, W. G., Kirk, E. M. Hodges, and A.C. Warnick. 1971. Reproduction in Brahman, Shorthorn and crossbred cows on different pasture programs. *J. Anim. Sci.* 33:458- 462.
- Rudder, T H., G.W., Seifert, and H. M. Burrow. 1985. Environmental and genotype effects on fertility in a commercial beef herd in central Queensland. *Aust. J. Exp. Agric.* 25: 489-496.
- [SAS Institute Inc., 1990. SAS/STAT User's guide for Personal Computers, Version 6 Vol. 2. SAS Institute Inc. Cary, N.C. p. 891-1686.](#)
- Tawonezvi, H.P.R., H.K., Ward, J.C.M., Trail and D Light. 1988. Evaluation of beef breeds for rangeland weaner production in Zimbabwe. 2. Productivity of crossbred cows and heterosis estimates. *Anim. Prod.* 47: 361-367.
- Warwick, E. J. 1967. Reproductive performance in world regions. In *Factors affecting Calf Crop*. Ed. T. Cuhna, A Warwick and M. Koger, pp4-10. Univ., Fla. Pres, Gainesville.
- Willians, G. L. 1990. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: A review. *J. Anim. Sci.* 68:831-8520



## VALIDACIÓN DE UNA RACIÓN BALANCEADA POR PROGRAMACIÓN LINEAL A MÍNIMO COSTO CON SOLVER DE EXCEL PARA TORETES EN FINALIZACIÓN.

Romero F.M.Z.<sup>1\*</sup>, Ocampo A.J.<sup>1</sup>, García S.N.<sup>1</sup>, Landa T.C.<sup>1</sup>, Tadeo C.P.<sup>1</sup> Fernández F.J.A.<sup>1</sup>.

Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuarios-UV  
romero.maximino@yahoo.com.mx

T-37

### RESUMEN

Con el objetivo de validar raciones integrales balanceadas por programación lineal a mínimo costo con ayuda de Solver de Excel, para finalizar toretes en confinamiento se realizó el presente trabajo, en el municipio de Sayula de Alemán Ver. En 20 toretes divididos en dos grupos, se distribuyeron al azar dos tratamientos: Testigo las raciones que prepara la empresa (T) y las raciones que se formularon por programación lineal a mínimo costo utilizando Solver de Excel (PLMC), mismas que se suministraron durante 87 días. Se registró el peso vivo de los animales cada 28 días y los gastos incurridos en el proceso; se determinaron los promedio por tratamiento de las variables: Ganancia de peso (GP), Ganancia Diaria de Peso (GDP), Conversión (CA) y Eficiencia Alimenticia (EA) por torete; con la información económica se determinaron para cada tratamiento el costo promedio por kg de alimento (A), los costos totales (CT), ingresos (I), y rentabilidad (R) por torete. Los resultados para T y PLMC fueron GP (150.667 kg vs 155.000 kg), GDP (1.732 kg vs 1.782 kg), CA (7.946kg vs 8.050 kg) y EA (0.126 kg vs 0.124 kg); en los aspectos económicos se determinaron para T y PLMC: A (\$3.49 vs \$2.86), CT (\$15,447.07 vs \$14,979.71), I (\$16,885.19 vs \$17,051.63) y R (38.76 % vs 58.31 %). Se concluye que formular las raciones por PLMC con ayuda de Solver permitió hacer más eficiente el proceso.

**Palabras claves:** ganancia de peso, conversión alimenticia, costos

### INTRODUCCION

El costo de alimentación es el renglón económico de mayor impacto en los sistemas de finalización de toretes en confinamiento de ahí la importancia de buscar alternativas que contribuyan a optimizar la alimentación y/o disminuir los costos; sin embargo conciliar estos aspectos es complicado por los constantes cambios en la oferta y precios de los insumos, así como en los requerimientos y relaciones de los principios nutricionales (fibra, energía) de los animales a medida que cambian de peso, aunado a la rapidez del proceso que es de aproximadamente 90 días.

La solución matemática para resolver este tipo de situaciones donde intervienen gran cantidad de variables es la programación lineal, sea a mínimo costo o máxima eficiencia (Pardo, 2007), este procedimiento es complicado si se desarrolla manualmente; sin embargo actualmente el programa Excel cuenta con la herramienta Solver que permite resolver estas situaciones de manera rápida y eficiente, estando al alcance de la mayoría de los profesionistas con conocimientos de nutrición animal y experiencia en este tipo de sistemas; En la región tropical del sur de Veracruz este procedimiento matemático desarrollado con la herramienta Solver de Excel ha sido aplicado en nutrición animal en diferentes especies y sistemas de producción con excelentes resultados (Romero *et al* 2012, De la Cruz *et al* 2012) sin embargo no hay información en el sistema de finalización de toretes en confinamiento.

Con el objetivo de validar raciones integrales balanceadas por programación lineal a mínimo costo con ayuda de Solver para finalizar toretes en confinamiento se realizó en el presente trabajo.

## MATERIAL Y METODOS

El estudio se realizó del 28 de agosto al 28 de noviembre del 2013 en el rancho Los Pinos de Sayula de Alemán, Ver., empresa dedicada a la finalización de toretes en confinamiento que cuenta con la infraestructura y equipo pertinente, se utilizaron 20 toretes de cruza indefinidas comprados en la región; mismo que se desparasitaron, vacunaron, implantaron y marcaron a su llegada.

Los toretes se dividieron dos grupos: testigo (T) y programación lineal a mínimo costo (PLMC) que en función del tiempo en engorda y el peso de los animales consumieron, el testigo, raciones utilizadas por la empresa y el grupo PLMC raciones balanceada por programación lineal a mínimo costo con auxilio de Solver de Excel considerando los requerimientos de animales de acuerdo a las tablas de la NRC (2000), las raciones se elaboraron con heno, maíz, sorgo, pollinaza, salvado de trigo, minerales, beta antagónicos, harina de palmixte, harina y aceite de ave.

Cada 28 días se registró el peso vivo de los animales, el consumo de alimento y los gastos efectuados; en el mismo periodo se determinaron las variables: peso vivo de los animales (kg), ganancia de peso (kg), ganancia diaria de peso (GDP), conversión y eficiencia alimenticia; se realizó la prueba de T de Student para determinar las diferencias entre los grupos.

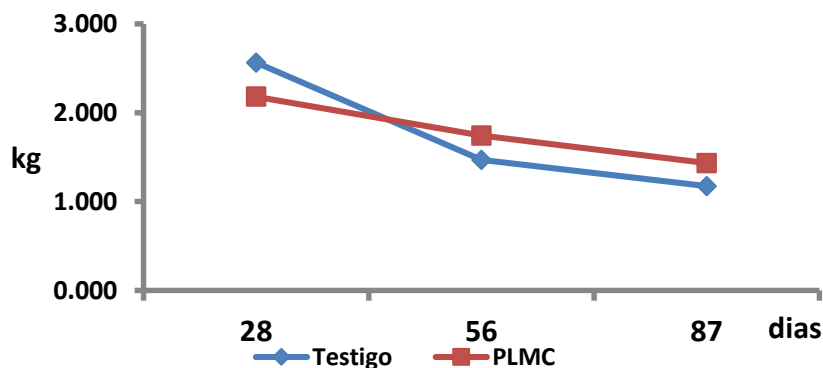
Con la información económica se determinaron los costos, ingresos, utilidades y rentabilidad del proceso.

## RESULTADOS

En la gráfica 1 se observa que en el primer periodo la GDP de los 2 grupos fueron altas esto se explica por el peso compensatorio; T (2.563 kg) superó a PLMC (2.179 kg), debido a que la ración de recepción de la empresa contenía menos fibra (10 vs 20 %) pero mayor densidad energética (1.5 vs 1.39 Mcal) que la PLMC.

En el segundo período las GDP disminuyeron en los dos tratamientos, en este período PLMC (1.743 kg) fue superior a T (1.468 kg), en ambos casos las raciones contenían menos fibra y más energía: Testigo 8 % de fibra y 1.55 Mcal; PLMC 15 % de fibra y 1.55 Mcal.

En el último periodo las GDP continuaron disminuyendo, nuevamente PLMC (1.433 kg) superó a T (1.174 kg); el grupo T continuó con la misma fórmula, pero PLMC disminuyo fibra a 10 % e incremento Mcal a 1.70. En este punto la empresa considero que los animales alcanzaron la calidad que exige el mercado y los vendió.



Grafica 1. Ganancia diaria de peso de toretes finalizados en confinamiento en Sayula de Alemán; Ver.



En el cuadro 1 se resumen los aspectos productivos de los dos tratamientos, no se encontró diferencia significativa en las variables analizadas, sin embargo la diferencia de Ganancia de Peso a favor del tratamiento PLMC si influye en los aspectos económicos, como se analizarán más adelante, el peso inicial cercano a los 400 kg probablemente influyó en las altas GDP alcanzadas en los dos tratamientos, la conversión y la eficiencia alimenticia coincide con los valores reportados por Shimada (2007) como ideales para esta especie, lo que indica en el caso del grupo testigo la amplia experiencia de esta empresa en el balanceo de raciones y en el caso del tratamiento PLMC la versatilidad de la herramienta Solver de Excel para resolver este tipo de situaciones aplicando la programación lineal; aunque en la región los toretes se comercializan en pie, se obtuvieron los rendimientos en canal caliente, en esta variable el Testigo supero a PLMC por 2.33 unidades porcentuales, es probable que esto se debió a que la ración inicial del testigo tenía más energía y/o a la fuente de energía que en su mayoría fue grano de maíz.

Cuadro 1. Productividad de raciones para finalizar toretes es Sayula de Alemán, Ver.

	Testigo	PLMC
Días de prueba (d)	87	87
Peso inicial promedio de los toretes (kg)	396.222a	397.600a
Peso final promedio (kg)	546.889a	552.600a
Ganancia de peso (kg)	150.667a	155.000a
Ganancia diaria (kg)	1.732a	1.782a
Consumo total de alimento (kg)	1,197.200	1,247.700
Conversión alimenticia (kg)	7.946	8.050
Eficiencia alimenticia (kg)	0.126	0.124
Rendimiento en canal caliente (%)	65.87	63.54

El costo promedio por kg de alimento fue de \$2.86 para el tratamiento PLMC, 18% menos que el testigo (\$3.49); este ahorro es la ventaja que se obtiene al aplicar la programación lineal a mínimo costo en el balanceo de las raciones utilizando la herramienta Solver de Excel.

Cuadro 2. Análisis económico de la finalización de toretes en Sayula de Alemán, Ver.

	TESTIGOS	PLMC
Costos fijos (\$)	63,11	63,11
Depreciación de infraestructura y equipo		
Costos variables (\$)	15.455,46	14.883,71
Valor de los toretes	10.935,67	10.973,76
Valor del alimento consumido*	4.179,79	3.569,95
Médico y medicinas	231,00	231,00
Mano de obra	29,00	29,00
Flete	80,00	80,00
Costos totales (\$)	15.518,57	14.946,82
Ingreso (\$)	16.885,19	17.061,53
Ganancia (\$)	1.366,62	2.114,71
Rentabilidad sobre costos totales (87d)	8,81	14,15
Rentabilidad anual	36,95	59,36

\*Testigo \$3.49/kg; PLMC \$2.86/kg



Esto se reflejó en 14.6 % menos de costos de alimentación por animal durante el proceso, que en sinergia con la diferencia en kg ganados representó el 62 % de incremento en la rentabilidad, el ingreso es el monto obtenido por la venta de los toretes en pie (Cuadro 2).

Se concluye que la programación lineal a mínimo costo, es el procedimiento matemático indicado para balancear raciones para toretes en finalización y su aplicación está al alcance de cualquier profesionista con experiencia en nutrición animal aplicando la herramienta Solver de Excel.

#### LITERATURA CITADA

De la Cruz Díaz Cruz, Solís Martínez Daniel, Romero Figueroa Maximino Zito, Landa Torralba Cuauhtémoc, Fernández Figueroa José Antonio. 2012. Validación en tres épocas del año de raciones balanceadas por programación lineal con solver® para ganado lechero pastoreando praderas tropicales. I Simposium Internacional en Producción Agroalimentaria Tropical y XXIV Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria, Tabasco 2012. Serie: Memorias Científicas No. 24. H. Cárdenas, Tab. 746 p. ISBN 978-607-425-878-3.

Shimada M. A. 2007. Nutrición animal. Consumo voluntario de alimento. Factores alimenticios. p 68. Edit Trillas. Mex.

NRC. 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th Rev. National Academy Press, Washington, D. C. 242 p.

Pardo Rincón Nestor Alfonso. Compilador. 2007. Programación matemática. Manual de Nutrición Animal. Edt. Grupo Latino Editores Ltda. 1ª ed, p 230. Bogotá, Col.

Romero Figueroa Maximino Zito, Sigales Martínez Héctor Arturo, Sánchez Domínguez Edgar Joaquín, Landa Torralba Cuauhtémoc, Tadeo Cruz Pablo. 2012. Validación de raciones balanceadas por programación lineal a mínimo costo formuladas con solver® de excel® para suplementar toretes en pastoreo. I Simposium Internacional en Producción Agroalimentaria Tropical y XXIV Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria, Tabasco 2012. Serie: Memorias Científicas No. 24. H. Cárdenas, Tab. 746 p. ISBN 978-607-425-878-3.

Romero Figueroa Maximino Zito, Pérez Nazario Guadalupe, Culebro Reyes Hiram, Cuauhtémoc Landa Torralba, Tadeo Cruz Pablo. 2012, Validación de raciones balanceadas por programación lineal a mínimo costo con solver® para cerdos en desarrollo y finalización. I Simposium Internacional en Producción Agroalimentaria Tropical y XXIV Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria, Tabasco 2012. Serie: Memorias Científicas No. 24. H. Cárdenas, Tab. 746 p. ISBN 978-607-425-878-3



## RENDIMIENTO DE MATERIA SECA Y VALOR NUTRITIVO DE CUATRO LEGUMINOSAS FORRAJERAS A DIFERENTES EDADES DE CORTE. I. ÉPOCA SECA

García-Ferrer L<sup>1</sup>., Bolaños-Aguilar E.D<sup>2</sup>., Ramos-Juárez J<sup>1</sup>., Osorio-Arce M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados Campus Tabasco. H. Cárdenas Tabasco, <sup>2</sup>Campo Experimental Huimanguillo, INIFAP-Tabasco, bolanos.eduardo@inifap.gob.mx

T-46

### RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue conocer el efecto de la edad de la planta sobre el rendimiento de materia seca y valor nutritivo de cuatro leguminosas forrajeras, en la época seca del año. El estudio se realizó en el jardín de recursos genéticos forrajeros del INIFAP-Tabasco. Se evaluaron cuatro las leguminosas: Cacahuatillo, Stylosanthes, Clitoria y Kudzú, y cuatro edades de corte: 21, 42, 63 y 84 días contados a partir del corte de uniformidad. La variables de respuesta fueron: Concentración de materia seca, rendimiento de materia seca, proporción de hoja en la biomasa aérea total, concentración de proteína, digestibilidad *in situ*, cenizas, materia orgánica, fibra detergente neutro y fibra detergente ácido. Hubo interacción especies x edad al corte en todos los caracteres. Las diferentes variables estudiadas siguieron el mismo patrón cronológico entre las especies; la concentración y rendimiento de MS así como las fibras aumentaron con la edad de la planta, mientras que la proporción de hoja en la biomasa aérea, la concentración de proteína, digestibilidad y cenizas disminuyeron. Los valores entre especies fueron diferentes en la mayoría de las variables estudiadas; sin embargo, al pasar de una edad de corte a otra, las especies no mantienen su estatus productivo, ocasionando este cambio en su orden de productividad a la interacción especie x edad al corte en todos los caracteres estudiados, excepto en la proporción de hoja en la biomasa aérea. Stylosanthes presentó los mayores RMS a mayor edad. Cacahuatillo y Clitoria registraron las mayores concentraciones de proteína, Cacahuatillo también fue el más digestible. Kudzú e Stylosanthes fueron los más fibrosos. En la mayoría de los caracteres, hasta los 63 días de edad se muestran diferencias entre especies, posterior a esta edad, en la mayoría de los casos estas diferencias se acortan.

**Palabras Clave:** *Leguminosas forrajeras, valor nutritivo, materia seca, sequía.*

### INTRODUCCIÓN

La región tropical en México (trópico seco y húmedo) ocupa una superficie de 12 millones de hectáreas de praderas, que producen 81 millones de toneladas de materia seca, las cuales mantienen a un tercio del hato ganadero del país, alimentados principalmente en pastoreo y en menor grado en estabulación (Bolaños-Aguilar *et al.*, 2010). Tabasco es un estado del trópico húmedo cuya producción animal (carne, leche, becerro) se obtiene principalmente en pastoreo de praderas permanentes, razón por la cual, el dominio del manejo de praderas y el uso de pastos de mayor calidad, son un factor importante en la productividad y sustentabilidad de los sistemas de producción pecuaria en esta entidad. Sin embargo, las gramíneas forrajeras tropicales son comúnmente de bajo valor nutritivo, particularmente en proteína. En efecto, dependiendo de la edad de la planta, época del año y especie, las gramíneas forrajeras pueden variar de 6 a 14 % de proteína (Juárez *et al.*, 2004), y en ocasiones estar por debajo del 6 % cuando no hay el dominio del manejo de la pradera (Villarreal, 1994), lo que afecta negativamente la productividad animal, por requerir el rumen un mínimo de 7 % de proteína para su óptimo funcionamiento (Van Soest, 1994).

Una alternativa para mejorar la dieta del animal en pastoreo es introduciendo leguminosas forrajeras a la pradera. El contenido de proteína en leguminosas es superior al de las gramíneas (Onyeonagu y Eze, 2013), y con una tasa de reducción semanal inferior al de las gramíneas,

promediando en 1 % en gramíneas y en 0.4 % en leguminosas dependiendo de la época del año (Villareal, 1994). Además, las leguminosas tienen la característica de fijar nitrógeno al suelo, lo cual puede beneficiar a la gramínea asociada. Uno de los problemas en el manejo de las leguminosas, es el desconocimiento del momento oportuno de cosecha para obtener un óptimo rendimiento y calidad del forraje, dado que el primero aumenta y el segundo declina con la edad, razón por la cual es necesario realizar evaluaciones a diferentes edades de corte. Por otra parte, por ser la irrigación una práctica no utilizada en las regiones tropicales, el identificar leguminosas con mayor adaptación a los períodos de estiaje (meses de marzo a mayo) ayudaría a mitigar las disminuciones del rendimiento de materia seca, y del valor nutritivo (Buxton, 1996), en la época seca del año.

Dado lo anterior, el objetivo del presente estudio fue conocer el efecto de la edad de la planta sobre el rendimiento y valor nutritivo de cuatro leguminosas forrajeras en la época seca del año.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Condiciones Ambientales y Especies forrajeras

El presente estudio se realizó durante la época Seca del año en los meses de marzo, abril y mayo de 2013 en el jardín de recursos genéticos forrajeros del Campo Experimental Huimanguillo perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Dicho Campo está ubicado en el Km 1 de la carretera Huimanguillo-Cárdenas, Tabasco y cuyas coordenadas corresponden a los paralelos 17° 50' de latitud Norte, y 93° 23' de longitud Oeste. Los datos climatológicos se presentan en la figura 1. Se trabajó en un suelo franco con 41.1 % de arena, 24.5 % de arcilla y 34.4 % de limo con pH 7.0 y 5.2 % de materia orgánica, con 21.55 me 100 g<sup>-1</sup> de capacidad de intercambio catiónico efectiva, producto de la suma de los valores de los cationes Calcio, Magnesio y Potasio; 0.25 % de nitrógeno total, 5.9 ppm de fósforo; 14.7, 6.6 y 0.25 me 100 g<sup>-1</sup> de Calcio, Magnesio y Potasio, respectivamente. No se aplicó fertilización al suelo, ni se dispuso de irrigación en el período seco del año.

Se establecieron cuatro especies de leguminosas forrajeras herbáceas; Cacahuatillo (*Arachis pintoii* Krapovickas & Gregory), Stylosanthes (*Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw.), Clitoria o Tehuana (*Clitoria ternatea* L.) y Kudzú (*Pueraria phaseoloides* Roxburgh Bentham). El Cacahuatillo fue la única especie establecida por material vegetativo (tallos con raíz), el resto de las especies se sembró por semilla. Estas especies fueron sembradas el 8 de agosto de 2012, cada una en parcelas de 2 x 4 m. El Cacahuatillo se sembró al “espeque” a 25 cm entre tallo y tallo, y la densidad de siembra para las tres especies restantes fue de 5 kg de semilla ha<sup>-1</sup> distribuidos en 5 líneas trazadas a lo largo de las parcelas, y separadas a 50 cm entre ellas. Se emplearon tres repeticiones por especie, empleándose en total 12 parcelas.

### Edades de Corte y Variables de Respuesta

Cada parcela fue dividida en 4 franjas de 2 x 1 m (franjas de 2 m<sup>2</sup>) que correspondieron a las 4 edades de corte evaluadas; 21, 42, 63 y 84 días. Estas edades de corte se distribuyeron de manera aleatoria a cada franja. Las edades de corte se contaban a partir del corte de uniformidad realizada a todas las parcelas el 26 de febrero 2013. Las variables de respuesta fueron: Concentración de materia seca (g Kg<sup>-1</sup>), rendimiento de materia seca (t ha<sup>-1</sup>), proporción de hoja en la biomasa aérea total (g Kg<sup>-1</sup>), contenido de proteína (g Kg<sup>-1</sup>), digestibilidad *in situ* (g Kg<sup>-1</sup>), cenizas (g Kg<sup>-1</sup>), materia orgánica (g Kg<sup>-1</sup>), fibra detergente neutro (g Kg<sup>-1</sup>) y fibra detergente ácido (g Kg<sup>-1</sup>). Estas variables se obtuvieron de cada frecuencia de corte y se calcularon de la manera siguiente:

La materia verde (MV) de la totalidad de cada franja de 2m<sup>2</sup> se cosechó a una altura, con respecto al suelo, de 10 cm para el Stylosanthes y de 5 cm para el resto de las leguminosas evaluadas. El forraje cosechado se pesó en báscula electrónica portátil con capacidad de 10 kg

+/- 1 g. Para determinar la concentración y rendimiento de materia seca (RMS), se procedió a recolectar submuestras de 300 g de MV pesada en báscula granataria, posteriormente esta muestra era secada en estufas de aire forzado a 65 °C por 48 h. El RMS (t ha<sup>-1</sup>) por especie y por corte se calculó en base a la concentración de MS obtenida de los 300 g de MV, y en base al rendimiento de MV total cosecha de cada franja de 2m<sup>2</sup>. De una submuestra de 100 g de MV, alterna a los 300 g de MV, se separaron hojas de tallos y fueron introducidas en bolsas separadas para su secado igualmente en estufas de aire forzado a 65 °C por 48 h. Posterior al secado se obtuvo la proporción de hoja en la biomasa aérea total dividiendo peso de hojas por el peso total de hojas más tallos. Las muestras de MS obtenidas del secado de las muestras de 300 g de MV, se tomaron para las determinaciones de contenido de proteína, FDN, FDA, materia orgánica y cenizas. Para ello, las muestras eran molidas a un tamaño de partícula de 1 mm.

El contenido de proteína se obtuvo por el método Kjeldhal (Horwitz y Latimer, 2005), multiplicando Nitrógeno x 6.25 (factor de conversión). El contenido de paredes celulares (FDN y FDA) se obtuvo por la metodología de Van Soest (1991), y el contenido de cenizas por AOAC (2000). La digestibilidad *in situ* de la MS fue determinada a 48 h de incubación de acuerdo a la técnica de las bolsas de nylon (Orskov, 1992), con las recomendaciones de Villalobos *et al.*, (2000) y Ayala *et al.*, (2003), para lo cual se emplearon toros de cruza *Bos Taurus* x *Bos indicus* con fístula ruminal, empleándose la fórmula: Digestibilidad *in situ* = (g MS inicial - g MS residual) / g MS inicial

#### **Análisis de Datos**

El análisis de varianza aplicado a todas las variables de respuesta fue en base al procesador GLM del SAS (Anónimo, 1995). El experimento se analizó en un diseño de bloques al azar en arreglo de parcelas divididas. Se consideró como parcela grande a la especie y como parcelas chicas a los cortes. A causa de algunos datos faltantes registrados en algunas variables de respuesta estudiadas, la comparación entre medias fue por el método de Student-Newman-Keuls ( $P \leq 0.05$ ) para todas las variables de respuesta. Se realizaron correlaciones entre variables de respuesta, las cuales fueron calculadas a partir de las medias de los datos obtenidos en campo, para cada combinación especie x corte. Lo anterior se realizó con el procesador CORR del programa SAS (Anónimo, 1995).

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el mes de mayo se tuvo una precipitación pluvial tres veces mayor a la precipitación promedio registrada en los meses de febrero, marzo y abril. Un aumento en 3 °C de la temperatura promedio de marzo se observó en los meses de abril y mayo (Figura 1). Lo anterior muestra que las condiciones climáticas propicia para el crecimiento de las leguminosas fueron favorables en los dos últimos meses de evaluación.

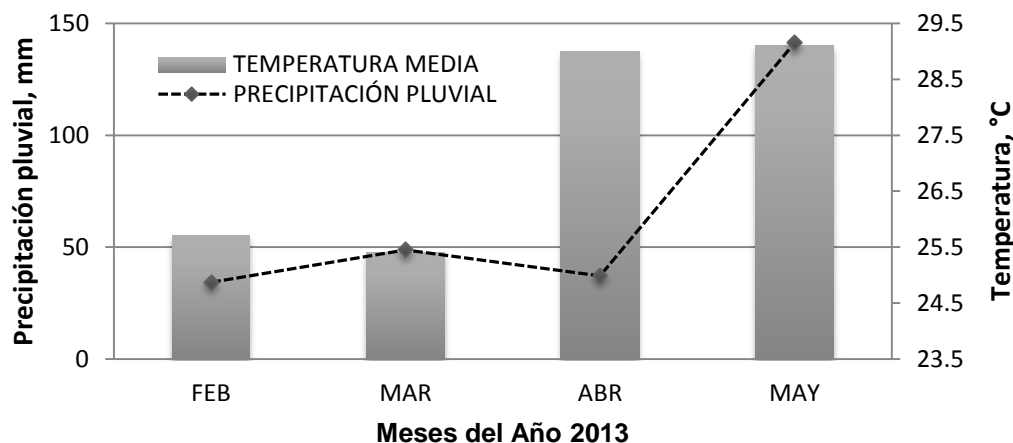


Figura 1. Promedios de temperatura y precipitación pluvial de la zona de estudio. Huimanguillo, Tabasco.

Hubo interacción significativa especie x edad al corte para todos los caracteres evaluados, excepto para la proporción de materia seca de hojas en la en la biomasa aérea total de la planta (Cuadro 1).

Cuadro 1. Medias y cuadrados medios para diferentes fuentes de variación en cuatros leguminosas forrajeras. Huimanguillo, Tabasco.

Caracter	Media	Especie (S)	Edad al Corte (C)	S x C
Materia Seca (MS), g Kg <sup>-1</sup> MS	223.7	597.0	12686.4 ***	776.6 *
Rendimiento de MS, t ha <sup>-1</sup>	2.35	9.48 **	28.04 ***	1.522 ***
MS de Hojas, g Kg <sup>-1</sup> MS	575.5	141134.7 **	86612.9 ***	1484.0
Proteína, g Kg <sup>-1</sup> MS	156.7	8853.2 **	11633.2 ***	748.6 ***
Digestibilidad, g Kg <sup>-1</sup> MS	686.6	98850.6 ***	71995.1 ***	6534.0 ***
Cenizas, g Kg <sup>-1</sup> MS	53.3	1807.5 *	4268.1 ***	707.8 ***
Materia Orgánica, g Kg <sup>-1</sup> MS	948.9	2535.9 **	5068.1 ***	401.4 ***
Fibra Detergente Neutro, g Kg <sup>-1</sup>	654.1	56240.3 ***	50564.5 ***	100.5 ***
Fibra Detergente Ácido, g Kg <sup>-1</sup>	463.4	89405.1 ***	101630.9 ***	10052.9 ***
G.L.		3	3	9

\*, \*\*, \*\*\* Significancia a un nivel de probabilidad de 0.05, 0.01 y 0.001, respectivamente.

#### Caracteres del Rendimiento de Materia Seca

El patrón cronológico de la concentración de MS en la planta, fue similar entre especies hasta la edad de 63 días, con un rango promedio de variación de 184.6 a 263.6 g de MS, lo que representa un incremento de 79.07 g de MS en un período de 42 días, para las cuatro especies (Fig. 2a). A los 84 días de edad, Cacahuatillo tuvo la menor concentración, con 40.9 g de MS menos que el promedio de Stylosanthes, Clitoria y Kudzú. La menor concentración de MS en Cacahuatillo pudo deberse a una mayor presencia de rebrotes en esta especie al final del período de evaluación. Sottiet *et al.*, (1998) evaluaron 8 especies de leguminosas forrajeras, sin tampoco encontrar diferencias entre ellas en concentración de MS. Por otra parte, las cuatro especies incrementaron su rendimiento de materia seca (RMS) con la edad (Fig. 2b), y entre corte y corte las diferencias en RMS fueron significativas ( $p < 0.05$ ) para Cacahuatillo y Clitoria,

mientras que en *Stylosanthes* y Kudzú no hubo diferencias de los 21 a los 63 días (Cuadro 2). Cacahuatillo y Kudzú presentaron los mayores y menores rendimientos hasta la edad de 63 días, obteniéndose a esta edad una diferencia de  $2.5 \text{ t ha}^{-1}$  de MS entre ambas especies, mientras que el rendimiento promedio de *Stylosanthes* y *Clitoria* representó  $1.5 \text{ t ha}^{-1}$  menos que Cacahuatillo. A las 84 días de edad, *Stylosanthes* fue la especie de mayor producción con  $1.59 \text{ t ha}^{-1}$  de MS más que Cacahuatillo, y con  $2.7 \text{ t ha}^{-1}$  más que el promedio de *Clitoria* y Kudzú (Cuadro 2). El mayor RMS de *Stylosanthes* en la etapa final de evaluación, coincide con Phengsavanh y Frankow (2013), quienes registraron el mayor RMS, entre cinco leguminosas forrajeras evaluadas, en *Stylosanthes* var. "Composite" a mayor edad de corte.

La proporción de hojas en la biomasa aérea total disminuyó con la edad (Fig. 2c), pasando de  $822.6 \text{ g kg}^{-1}$  en los 21 días en Cacahuatillo, a  $379.9 \text{ g kg}^{-1}$  en los 84 días en *Stylosanthes* (Cuadro 2). Hasta la edad de 63 días, la mayor producción de hoja la tuvieron Cacahuatillo y Kudzú, con una variación promedio de  $754.3$  a  $608.5 \text{ g kg}^{-1}$  de MS total de la planta, al pasar de los 21 y 63 días de edad. En este mismo orden cronológico *Stylosanthes* y *Clitoria* variaron de  $597.7$  a  $466.5 \text{ g kg}^{-1}$  de MS. A los 84 días, Cacahuatillo fue superior en  $151.5$  y  $236.4 \text{ g kg}^{-1}$  de MS, con respecto a Kudzú y al promedio de *Stylosanthes* y *Clitoria*. Cacahuatillo demuestra su alto potencial de producción de hoja.



Cuadro 2. Efecto de tres edades al corte sobre el valor productivo y de calidad de cuatro leguminosas forrajeras. Huimanguillo, Tabasco.

Especies	Edad días al corte	MS g kg <sup>-1</sup>	RMS T ha <sup>-1</sup>	Hoja g kg <sup>-1</sup>	Proteína g kg <sup>-1</sup>	Digest. g kg <sup>-1</sup>	Cenizas g kg <sup>-1</sup>	M.O. g kg <sup>-1</sup>	FDN g kg <sup>-1</sup>	FDA g kg <sup>-1</sup>
Cacahuatillo	21	198.3 a	1.47 d	822.6 a	185.9 a	801.9 a	51.7 ab	948.2c	593.9 b	356.9 b
	42	209.3 a	3.22 c	736.2 ab	165.7 b	789.8 a	57.6 a	950.6bc	608.0 b	446.3 a
	63	217.7 a	3.90 b	648.8 b	162.1 b	778.3 ab	36.9 b	964.7 a	620.5 ab	467.5 a
	84	233.0 a	4.71 a	639.0 b	150.8 b	744.8 b	39.1 b	962.5 ab	672.4 a	469.9 a
Stylosanthes	21	180.1 b	0.75 b	554.2 a	183.1 a	739.6 a	79.8 a	921.7 b	704.7 a	360.9 c
	42	238.4 a	1.72 b	461.7 ab	133.2 b	636.9 b	77.3 a	925.9 b	720.9 a	441.2 b
	63	241.6 a	2.51 b	410.4 ab	117.3 c	628.9 b	44.0 c	934.7 b	730.1 a	449.9 ab
	84	262.3 a	6.30 a	379.9 b	111.2 c	538.5 c	60.2 b	957.6 a	741.3 a	478.5 a
Clitoria	21	186.5 b	0.39 c	641.2 a	211.3 a	760.0 a	79.6 a	922.0c	473.2 c	248.1 c
	42	207.3 b	1.35bc	586.4 ab	188.1 ab	635.5 b	37.9 c	944.7 b	634.7 b	450.9 b
	63	215.5 b	2.24 b	522.6 ab	173.3 b	604.6 b	45.6bc	955.9ab	668.3 ab	486.8 b
	84	278.8 a	3.85 a	425.2 b	141.5 c	603.0 b	51.8 b	967.0a	704.8 a	537.2 a
Kudzú	21	173.5 c	0.37 b	686.1 a	163.6 a	728.3 a	75.6 a	929.3b	588.0 b	515.5 b
	42	219.5 b	0.84 b	648.1 ab	147.0 b	699.2 a	42.4 b	960.9 a	664.1 a	550.0 ab
	63	236.8 b	1.31 b	568.2 b	141.0 b	682.8 a	38.1bc	968.5 a	669.0 a	559.2 ab
	84	280.6 a	3.28 a	477.5 c	131.7 b	613.5 b	34.5 c	968.7 a	671.4 a	594.7 a

Para el mismo caracter y para la misma especie, medias seguidas por diferente letra son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ). MS= Materia seca; RMS= Rendimiento de materia seca; MO= Materia orgánica; FDN= Fibra detergente Neutro, FDA= Fibra detergente ácido.



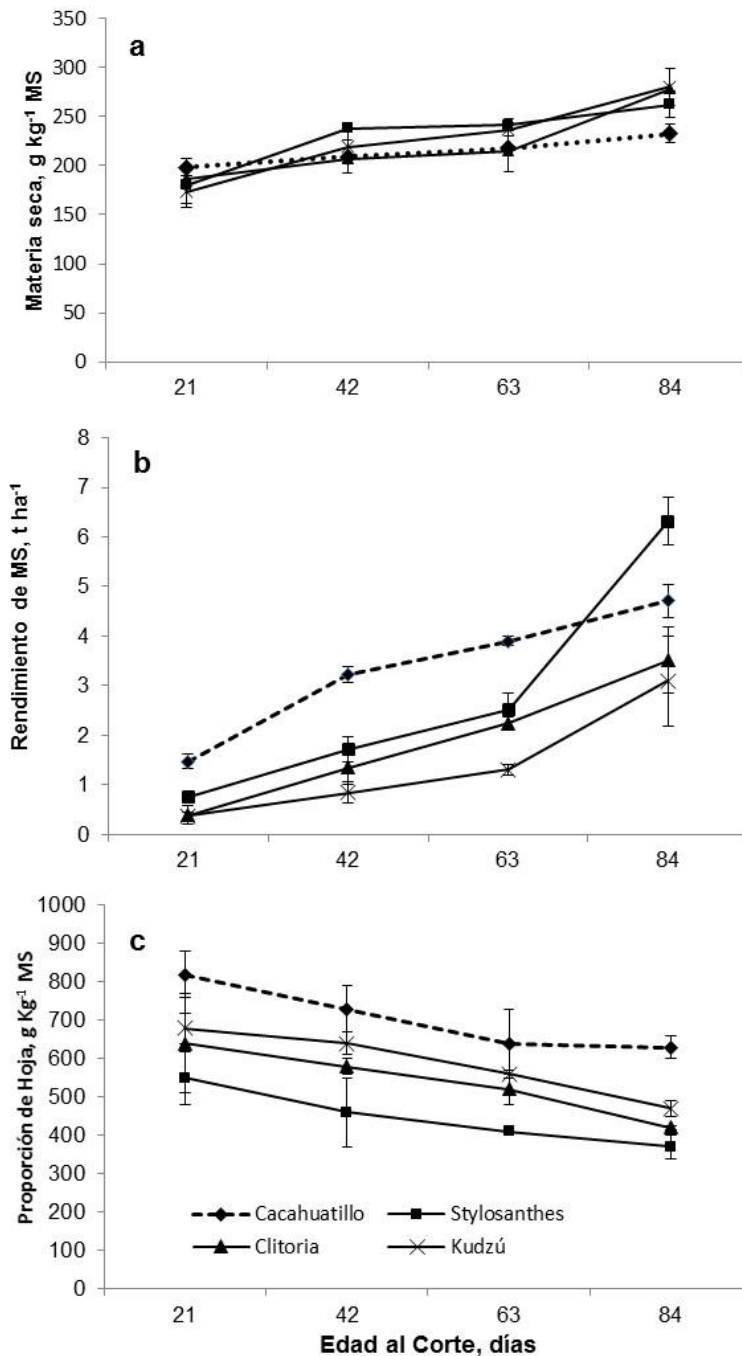


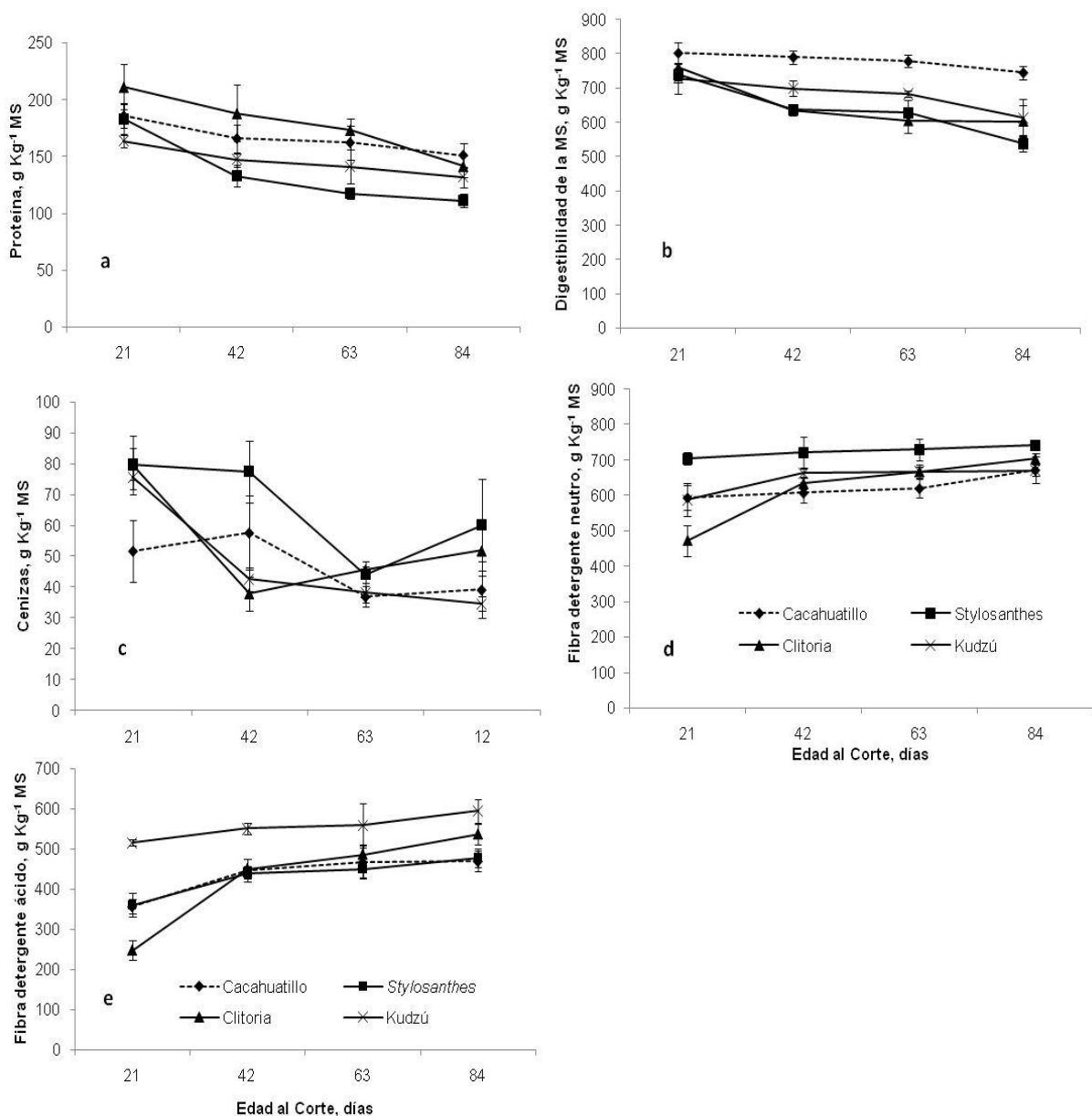
Figura 2. Valores promedio de la concentración de materia seca en la planta (a), rendimiento de la materia seca (b) y proporción de hoja en la biomasa aérea total (c) de cuatro leguminosas forrajeras en cuatro edades de corte. Huimanguillo, Tabasco.

### Valor Nutritivo

La concentración de proteína varió de 111.22g kg<sup>-1</sup>, a los 84 días en *Stylosanthes*, a 211.39 g kg<sup>-1</sup>, a los 21 días en *Clitoria* (Cuadro 2). Este carácter tuvo un patrón similar en las cuatro especies, con una declinación progresiva con el aumento de la edad de corte (Figura 3a). A los 21 días *Clitoria* registró una concentración superior en 26.8 g kg<sup>-1</sup> al promedio de Cacahuatillo y *Stylosanthes*, y en 47.7 g kg<sup>-1</sup> a Kudzú. A partir de los 42 días los mayores registros lo mantuvieron *Clitoria* y Cacahuatillo y no hubo diferencias entre estas dos especies, con valores promedio de 176.9, 167.7 y 146.15 g kg<sup>-1</sup> con respecto a las edades de 42, 63 y 84 días (Cuadro 2). En este mismo orden cronológico, el valor promedio de *Clitoria* y Cacahuatillo fue superior en 29.9, 26.7 y 14.4 g kg<sup>-1</sup> a Kudzú, y en 43.7, 50.4 y 34.9 g kg<sup>-1</sup> a *Stylosanthes*. En estas mismas edades, con anterioridad (Villarreal, 1994) ya se había registrado mayor concentración de proteína en Kudzú con respecto a *Stylosanthes*. La alta concentración de proteína en Cacahuatillo estuvo relacionada ( $r= 0.66$ ;  $P < 0.05$ ) con su alta proporción de hoja en su biomasa aérea total (Cuadro 3). Aun cuando a los 21 días hubo las mayores concentraciones de proteína, particularmente en Cacahuatillo, Adjolohoun *et al.*, (2013) registraron valores superiores a los 21 g kg<sup>-1</sup> de proteína en Cacahuatillo a los cinco meses después de realizada la siembra. Esto pudo deberse a una alta incidencia de rebrotes a esta edad y a una posible mayor concentración de nitrógeno en el suelo, lo que le confirió una mayor concentración de proteína a la planta.

La digestibilidad excedió los 600 g kg<sup>-1</sup> en casi todas las edades de corte (Cuadro 2), con una disminución con la edad de la planta de 801.9 a 538.5 a g kg<sup>-1</sup> correspondientes a las especies Cacahuatillo y *Stylosanthes* en las edades de 21 y 84 días, respectivamente (Fig. 3b). Este patrón de disminución con la edad de la planta es consistente con el registrado en proteína. Cacahuatillo fue la especie con la mayor digestibilidad en todas las edades estudiadas, siendo a los 21 días superior en 59.2 g kg<sup>-1</sup> al promedio del resto de las leguminosas. Además, esta especie solo tuvo un decremento de 57 g kg<sup>-1</sup> al pasar de los 21 a los 84 días. *Stylosanthes* y *Clitoria* fueron las de menor digestibilidad a los 42 y 63 días de edad con valores promedio de 637.7 y 616.7g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. La digestibilidad de *Stylosanthes* fue la más baja a los 84 días, siendo 69.7g kg<sup>-1</sup> menos digestible al promedio de *Clitoria* y Kudzú, y 206 g kg<sup>-1</sup> menos digestible que Cacahuatillo.

La concentración de cenizas varió de manera importante, de 34.5g kg<sup>-1</sup> a los 84 días en Kudzú, a más de 79g kg<sup>-1</sup> a los 21 días en *Stylosanthes* y *Clitoria* (Cuadro 2). Al igual que proteína y digestibilidad, la concentración de cenizas declinó en todas las especies con la edad (Fig. 2 c), por lo que la mayor concentración se tuvo a la edad temprana de 21 días con 78.3g kg<sup>-1</sup>, en promedio de las especies *Stylosanthes*, *Clitoria* y Kudzú, y los menores valores lo registraron Cacahuatillo y Kudzú a partir de los 63 días con valores promedio de 37.5 y 36.8g kg<sup>-1</sup>, con respecto a los 63 y 84 días de edad. Onyeonagu y Eze (2013), también observaron disminución de la concentración de cenizas a mayor edad de la planta en leguminosas forrajeras. *Stylosanthes* y *Clitoria* fueron las dos especies de mayor concentración de cenizas en las diferentes edades de corte, excepto a los 42 días, donde *Clitoria* fue semejante a Kudzú ambas promediando 40.1g kg<sup>-1</sup>, lo que significó 37.1g kg<sup>-1</sup> menos en cenizas que en *Stylosanthes*. La concentración de M.O. en todas las leguminosas aumenta con la edad de la planta, registrándose bajos valores a los 21 días en las especies *Stylosanthes*, *Clitoria* y Kudzú, promediando 924.3g kg<sup>-1</sup>, y los mayores



**Figura 3.** Valores promedio del valor nutritivo de cuatro leguminosas forrajeras en cuatro edades al corte. Huimanguillo, Tabasco.

Valores a los 84 días sin presentarse diferencias entre las cuatro especies evaluadas, con valor promedio de 963.9g kg<sup>-1</sup> (Cuadro 2).

Al igual que la M.O., la concentración de FDN y FDA es mayor a mayor edad de la planta (Fig. 3d y e). Las menores concentraciones se tuvieron en Clitorias los 21 días con 473.2g kg<sup>-1</sup> y 248.1g kg<sup>-1</sup>, para FDN y FDA, respectivamente (Cuadro 2). Stylosanthes tuvo la mayor concentración de FDN y Kudzú en FDA a los 84 días, con valores de 741.3 y 594.7g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Durante el período de 84 días de crecimiento de la planta, el Stylosanthes mantuvo la mayor concentración de FDN, sin presentarse diferencias ( $P > 0.05$ ) entre las edades evaluadas, siendo el valor de 724.25 g kg<sup>-1</sup> el promedio de FDN en Stylosanthes. Durante este mismo período de 84 días de crecimiento, Kudzú mantuvo la mayor concentración en FDA. De los 42 a los 84 días

no hubo diferencias en concentración, siendo el promedio de  $567.9 \text{ g kg}^{-1}$ , lo cual significó  $52.4 \text{ g kg}^{-1}$  más de concentración con respecto a la registrada a los 21 días.

La edad al corte tuvo un efecto importante en todos los caracteres evaluados. En las leguminosas evaluadas, con la edad se aumenta la concentración de materia seca, el RMS, la concentración de M.O., y fibra. Por el contrario, disminuye la proporción de hoja en la planta, proteína, digestibilidad y cenizas (Cuadro 2). Las variaciones en el RMS estuvieron relacionadas con las variaciones en la concentración de materia seca en la planta (Cuadro 3). El Cacahuatillo fue la única especie que no varió su concentración de materia seca con la edad, siendo estable y con un promedio de  $214.5 \text{ g Kg}^{-1}$  (Cuadro 2). Esta estabilidad posiblemente se deba a una compensación entre producción de nuevas hojas e incremento de la concentración de MS en la planta por la edad. La proporción de hojas estuvo inversamente relacionada con la concentración de MS en la planta (Cuadro 3). Cacahuatillo presentó un alto potencial para la producción de biomasa, siendo superior en RMS al resto de las leguminosas hasta los 63 días, y solo fue superado por el *Stylosanthes* a los 84 días, con una diferencia de  $1.5 \text{ t ha}^{-1}$ .

La disminución de proteína y de la digestibilidad con la edad, estuvo relacionada con la disminución de la biomasa aérea (Cuadro 3). Dada la mayor proporción de hoja en Cacahuatillo, ésta tuvo la mayor concentración en proteína, junto con *Clitoria*, y la mayor digestibilidad. *Stylosanthes* tuvo la menor proporción de hojas y la mayor concentración de FDN, y en consecuencia la menor concentración de proteína y de digestibilidad. *Clitoria* es una leguminosa que siempre ha registrado altas concentraciones de proteína, aun cuando es superado por otras especies en proporción de hoja como el Kudzú. La disminución de cenizas con la edad, podría estar explicado por una disminución de calcio, potasio y magnesio, los cuales son elementos de las cenizas (Onyeonagu y Eze, 2013).

## CONCLUSIÓN

En la época seca del año, todos los caracteres evaluados, a excepción de la proporción de hoja en la biomasa aérea total, cambian su estatus productivo y de calidad al pasar de una a otra edad de corte, de ahí las interacciones registradas entre la especie y edad al corte entre estos caracteres. Las especies Cacahuatillo y *Stylosanthes* mostraron los mayores rendimientos de materia seca. La calidad (medida principalmente en proporción de hoja, proteína, digestibilidad) fue principalmente alta en Cacahuatillo, y de menor valor en *Stylosanthes*.

## LITERATURA CITADA

- Ajolohoun S., Bindelle J., Adandedjan C., Toleba S.S., Houinato M., Sinsin B., 2013. Variety and environmental effects on crude protein concentration and mineral composition of *Arachis pinto* (Kaprovikas & Gregory) in Benin (West Africa). 1: 24 - 28.
- Anónimo, 1995. SAS User's guide. Statistical Analysis System. Version 7. Institute Inc. Cary, North Carolina. U.S.A. 956 p.
- Ayala B.A.J., Rosado R.C.M., Capetillo L.C.M., Sandoval C.C.A., 2003. Evaluación del método de lavado de bolsas (manual vs lavadora) en la técnica de degradación ruminal *in situ*. Téc. Pec. De Méx; 41 (3), 337 - 342
- Bolaños-Aguilar E.D., Émile J.C., Enríquez-Quiroz J.F., 2010. Le fourrages au Mexique: ressources, valorization et perspectives de recherche. Fourrage; 204, 277 - 282
- Buxton D.R., 1996. Quality related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. Anim. Feed Sci. Technol; 59, 37 - 49
- Horwitz W. Latimer G.W. Jr., 2005. AOAC Official method. Protein (crude) in animal feed and pet food. Chapter 4 p. In: Official Methods of Analysis of AOAC International. 18 th Edition. AOAC International, Gaithersburg, Maryland. USA.



- Juárez-Hernández J., Bolaños-Aguilar E.D., Reinoso M., 2004. Contenido de proteína por unidad de materia seca acumulada en pastos tropicales. Época de Nortes. Rev. Cub. De Cienc. Agric; 38 (4), 423 - 430
- Onyeonagu C.C., Eze S.M., 2013. Proximate compositions of some forage grasses and legumes as influenced by season of harvest. Afric. J. of Agric. Res; 8, 4033 - 4037
- Orskov E.R., 1992. Protein nutrition in ruminants 2nd Ed. Academic Press. London, England p 175.
- Phengsavanh P. y Frankow-Lindberg B.E., 2013. Effect harvesting interval on biomass yield and nutritive value of five tropical forage legumes (*Aeschynomene histrix* 'BRA 9690', *Canavalia brasiliensis* 'CIAT 17009', *Stylosanthes guianensis* 'CIAT 184' and 'Composite' and *Vigna unguiculata* 'CIAT 1088-4') in Lao PDR. Grassland Science. 59: 80 - 86.
- Sottie E. T., Agyei H.A.O., Amaning K.K., Fleischer J.E., 1998. Effect of season on the chemical composition and in vitro digestibility of some browse and shrubs in Ghana. Ghana Jnl. Agric. Sci. 31: 99 - 105.
- Van Soest P.J., 1994. Nutritional ecology of the ruminant; Comstock Publishing Associates. A división of Cornell University Press. LTTIECA and London.
- Villalobos G.C., González V.E., Ortega S.J.A., 2000. Técnicas para estimar la degradación de la proteína y materia orgánica en el rumen y su importancia en rumiantes en pastoreo. Téc. Pec. De Méx; 38 (2), 119 - 123
- Villarreal M., 1994. Valor nutritivo de gramíneas y leguminosas forrajeras en San Carlos Costa Rica. Pasturas Tropicales; 16, 27 - 31



## RESPUESTA DE GENOTIPOS DE *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick A DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD DEL SUELO

Domínguez-Pérez F.D.<sup>1</sup>, Bolaños-Aguilar E.D.<sup>2\*</sup>, Lagunes-Espinoza L.C.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco; <sup>2\*</sup>Investigador del Programa de forrajes. INIFAP-Tabasco, <sup>3</sup>Profesora Investigadora Titular. Área de Ciencia Vegetal. Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. E-mail: bolaños.eduardo@inifap.gob.mx

T-47

### RESUMEN

Se evaluó la respuesta de genotipos de *Brachiaria humidicola* a diferentes rangos de humedad del suelo, utilizando como indicadores el rendimiento, la concentración en NPK y de prolina para identificar el o los genotipos con mayor tolerancia potencial al estrés hídrico. El estudio se realizó en condiciones de invernadero, utilizándose los genotipos: CIAT 26160, 16867, 26407 y 679 (genotipo comercial). Los niveles de humedad del suelo fueron: 100 % (C.C.), 60 % y 30 %. Se emplearon macetas de bolsas de polietileno negro, cada bolsa con 40 kg de suelo ácido de baja fertilidad. Las variables de respuesta fueron: concentración de prolina en hojas, N, P y K, además de peso seco de la biomasa aérea y de raíces. La concentración de prolina en hojas no varió por efecto de la humedad del suelo, al igual que el N y K. El fósforo fue el único componente químico que aumentó su disponibilidad en el suelo a mayor humedad. Entre genotipos hubo diferencias en concentración de prolina, siendo el genotipo 26407 el de menor concentración de prolina y el de mayor concentración de nitrógeno y potasio. El rendimiento de materia seca tanto en la parte aérea como en raíces disminuye a mayor estrés hídrico. El genotipo comercial 679 fue el de mayor tolerancia a estrés hídrico.

### INTRODUCCIÓN

El rendimiento de materia seca (RMS) de los pastos varía entre épocas del año. En Tabasco existen tres épocas bien definidas; época Seca, de febrero a mayo (precipitación pluvial de 50 a 100 mm y temperaturas de 30°C a 45 °C); época de Lluvias de junio a septiembre (precipitación pluvial entre 150 y 250 mm y temperaturas de 30 a 40 °C), y época de Nortes de octubre a enero (precipitación pluvial de 100 a 200 mm, días cortos y temperatura de 18 a 30 °C). Los cambios de producción de forraje entre épocas induce variaciones en la producción animal, afectando a más de 20,000 productores de la entidad, quienes generan el 54 % del ingreso del sector pecuario (De Dios, 2001). En muchas especies tropicales se han estudiado las alteraciones que el déficit hídrico provoca en sus diferentes etapas fenológicas, principalmente en el rendimiento de materia seca (RMS) aérea de la planta. Sin embargo, Westgate y Boyer (1985), mencionan que el efecto del estrés hídrico en la planta es diferencial entre órganos, ya que las hojas pueden disminuir su crecimiento por efecto del estrés, pero las raíces pueden seguir su crecimiento vigoroso. El pasto *Brachiaria humidicola*, o pasto Chetumal, es una especie ampliamente aceptada por el ganadero tabasqueño, por tolerar altas presiones de pastoreo, el ataque de la mosca pinta (*Aenelomia* sp), tolera el sombreado, se adapta a suelos con moderados problemas de drenaje y de baja fertilidad (Fisher y Kerridge, 1996; Juárez *et al.*, 2011). Gracias a estos atributos, en Tabasco se estima una superficie superior a las 237,000 ha que tienen alto potencial para el cultivo de este pasto (Olivera y Meléndez, 1997). En estudios locales (Juárez *et al.*, 2004 y 2011) se ha observado un RMS del pasto Chetumal de 0.5 a 2.5 t ha<sup>-1</sup>, al pasar de la primera a la octava semana de crecimiento después del corte de uniformidad, en la época seca del año. En este mismo período de ocho semanas en la época de lluvias, el RMS se incrementa hasta 7 t ha<sup>-1</sup>. Esta diferencia de casi 5 t ha<sup>-1</sup> en solo ocho semanas, conlleva a dar mayor atención a la época Seca del año.



La tolerancia a sequía se ha estudiado en algunos genotipos de *Brachiaria humidicola* (Juárez *et al.*, 2004 y Reyes *et al.*, 2009), encontrándose, entre 22 genotipos estudiados, que CIAT 26160 y 6709 tuvieron la mayor concentración de proteína y mayor RMS, lo que significó una mayor concentración de proteína por unidad de materia seca acumulada; el pasto Chetumal comercial (CIAT 679) obtuvo un valor intermedio, y el genotipo CIAT 26413 el menor valor. Aun cuando se observaron genotipos con mayor tolerancia a sequía en base a variables de calidad y rendimiento, sin considerar la distribución de la materia seca y metabolitos asociados con el estrés entre los diferentes órganos de la planta como una forma de poder identificar los mecanismos de respuesta a dicha tolerancia. Esto es importante, ya que la identificación de caracteres de fácil detección a nivel de planta relacionados con tolerancia a sequía en *B. humidicola*, permitirá en trabajos futuros de mejoramiento genético, seleccionar genotipos en base a esos caracteres para la creación de variedades con mayor tolerancia a los períodos secos del año. Por otra parte, el estrés hídrico induce en los tejidos de las plantas, a la concentración activa de solutos como respuesta de sobrevivencia. Uno de los principales solutos registrados en pastos durante este estrés es la prolina (Barker *et al.*, 1993; Bittman y Simpson, 1989; Bokhari y Trent, 1985), cuya función, según explica Ramanjulu y Sudhakar (2000) ha sido asociada a sostener la turgencia de los tejidos para mantener la función celular, protegiendo a la planta contra la desecación y actuando como almacenador de nitrógeno que será utilizado durante la rehidratación. Por ello, altas concentraciones de prolina en plantas de maíz bajo estrés hídrico ha sido considerado como un criterio de selección de materiales tolerantes a la sequía (Verslues y Sharp, 1999). Así, en estudios realizados en híbridos de *Brachiaria spp.*, por el CIAT (2004), se reporta al potasio y al nitrógeno como elementos asociados con resistencia a sequía.

Por lo anterior, el identificar los caracteres de la planta relacionados con tolerancia a sequía, así como el conocer si la concentración de prolina o del N y K, tienen un papel importante en la tolerancia al estrés hídrico, permitirá en trabajos futuros de selección de genotipos de *B. humidicola* el considerar estos factores como criterios de selección para mejorar genéticamente a esta especie para tolerancia al estrés hídrico. El objetivo del presente estudio fue *i)* analizar comparativamente la concentración de prolina, nitrógeno, fósforo, potasio y rendimiento de materia seca en diferentes órganos de planta de cuatro genotipos de *B. humidicola*, en respuesta a tres niveles de humedad del suelo en condiciones de invernadero; e *ii)* identificar los caracteres u órganos de la planta tanto de la parte aérea como de raíz, asociados con la tolerancia a sequía en genotipos de *B. humidicola*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el período comprendido entre el mes de septiembre 2007 a marzo 2008, en condiciones de invernadero en el Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco; ubicado en el periférico Carlos A. Madrazo s/n, Cárdenas, Tabasco, y a 15 msnm. Como material biológico se utilizaron los genotipos CIAT 26160, 16867, 26407 y 679 (Cuadro 1).

Los tratamientos o niveles de humedad fueron: 100 % de capacidad de campo (c.c.), 60 % de c.c. y 30 % de c.c., los cuales simulan suelo con humedad adecuada para crecimiento, suelo con menor humedad que simula estrés por sequía moderado y suelo con baja humedad que simula estrés por sequía severa. La unidad experimental en cada tratamiento estuvo constituida por una maceta, cada una con cuatro plantas sembradas por material vegetativo, haciendo un total de 60 macetas experimentales. Como macetas se utilizaron bolsas de polietileno negro con capacidad de 5 kg, cada maceta contuvo 4 kg de suelo seco proveniente de la sabana de Huimanguillo (pH 4.6). Antes de iniciar la toma de datos, las plantas crecieron en el invernadero durante 35 días, con aportaciones de agua cada tercer día para asegurar el enraizamiento y crecimiento. No se utilizó fertilización. Al término de los 35 días, se aplicó un corte de uniformidad a todos los genotipos. Posteriormente y en los subsiguientes 90 días (15 de Nov. -



15 de Feb.), los genotipos recibieron los tratamientos de humedad de 100, 60 y 30 % de c.c. A partir del dato de c.c. se conoció la cantidad de agua a aplicar a los 4 kg de suelo de cada maceta para formar los tres niveles de humedad mencionados. Una vez aplicada el agua se pesaron las macetas en báscula granataria, para conocer el peso alcanzado en cada maceta de cada tratamiento. Conocido el peso de la maceta por tratamiento, se dedujo la pérdida de agua diaria en cada tratamiento por diferencia de peso de un día a otro. En base a lo anterior, se aplicó agua a cada maceta hasta alcanzar el peso requerido de cada tratamiento.

Cuadro 1. Origen de los cuatro genotipos de *Brachiaria humidicola* estudiados.

Genotipo	País de Origen	Altitud
1. 679 (comercial)	*	*
2. 16867	Zimbawe	360
3. 26160	Burundi	*
4. 26407	Tanzania	560

\*Dato no disponible

Al término de 90 días de crecimiento, bajo humedad diferencial en los diversos genotipos de cada tratamiento se evaluaron las siguientes variables: altura de la planta (cm) (medido del nivel del suelo al punto de doblez de la primera hoja bien desarrollada), rendimiento de materia verde (g/maceta) de la biomasa aérea total obtenida del peso total de la planta, y por separado en hojas, tallos y de raíces. Posteriormente al secado de estas muestras en estufa a 70°C durante 48 h, se les determinó su materia seca. En hojas, se determinaron las concentraciones de N, P y K en porciento. La concentración de prolina se determinó en hojas frescas (Bates *et al.*, 1973) y se expresaron como unidades de  $\mu\text{mol}$  de prolina/g de peso fresco

Para el análisis estadístico se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones en arreglo de parcelas divididas, siendo la parcela principal los niveles de humedad y las sub-parcelas los genotipos de *B. humidicola*. La comparación de medias de los diferentes tratamientos fue por el método de Tukey ( $p < 0.05$ ), con apoyo del software SAS (1999).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se muestran los resultados del análisis de varianza de los caracteres evaluados en los diferentes genotipos de *B. humidicola*, bajo tres niveles de humedad del suelo. Los resultados mostrados en dicho cuadro son para: prolina, componentes químicos, rendimiento de materia seca en raíz y parte aérea de la planta, acumulación de materia muerta y altura de planta.



Cuadro 2. Medias y cuadrados medios de caracteres de los genotipos evaluados de *Brachiaria humidicola* bajo diferentes niveles de humedad del suelo.

Caracteres	Media	Humedad (H)	Genotipo (G)	H x G
<b>Prolina y componentes químicos:</b>				
Prolina, $\mu\text{mol g}^{-1}$ PF	0.897 (0.25)	0.277 ns	0.132 *	0.079 ns
Nitrógeno, %	2.21 (0.36)	0.252 ns	0.677 *	0.120 ns
Fósforo, %	0.061 (0.03)	0.001 *	0.0005 ns	0.0007 ns
Potasio, %	1.30 (0.33)	0.009 ns	0.304 *	0.279 *
<b>Materia Seca:</b>				
Raíces, g	17.90 (10.0)	2694.60 ***	130.67 ***	90.75 ***
Tallos, g	3.55 (2.0)	157.11 ***	34.16 ***	12.13 ***
Hojas, g	3.67 (2.0)	141.86 ***	3.07 ***	5.13 ***
Tallos + Hojas, g	7.15 (5.0)	492.11 ***	23.79 ***	4.82 **
<b>Materia Muerta, g</b>				
Altura, cm	4.02 (2.5)	112.08 ***	11.25 ***	5.29 **
Altura, cm	43.28 (11.0)	1611.56 ***	471.45 ***	115.84 ***

Ns: no significativo; \*, \*\*, \*\*\* significancia a los niveles de 0.05, 0.01 y 0.001, Respectivamente. Datos entre paréntesis corresponden a las variaciones estándares. PF=peso fresco.

### Prolina y Contenido mineral

Aun cuando incrementos en la concentración de prolina en hojas frecuentemente ha sido asociado con déficit de agua (Boggess *et al.*, 1976; Bokhari y Trent, 1985), el análisis de varianza muestra que ni la prolina ni los macroelementos estudiados (a excepción del fósforo) tuvieron cambios por efecto de humedad. El fósforo mostró cambios importantes ( $P < 0.05$ ), encontrándose en mayor porcentaje a mayor disponibilidad de humedad del suelo (Figura 1). De esta manera, el contenido de fósforo en la planta fue de 0.075, 0.062 y 0.045 % a los niveles de 100, 60 y 30 % de humedad del suelo.

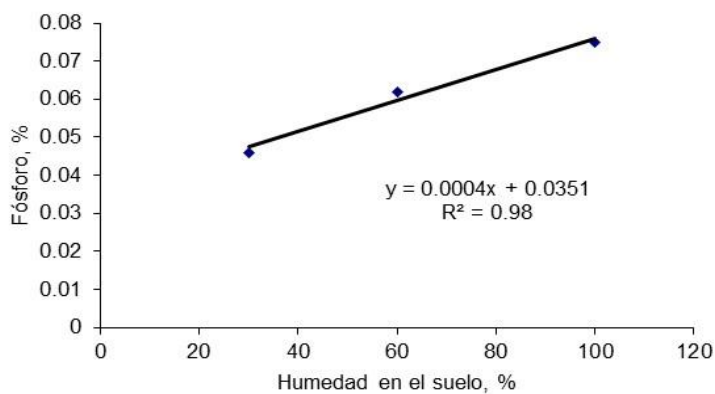
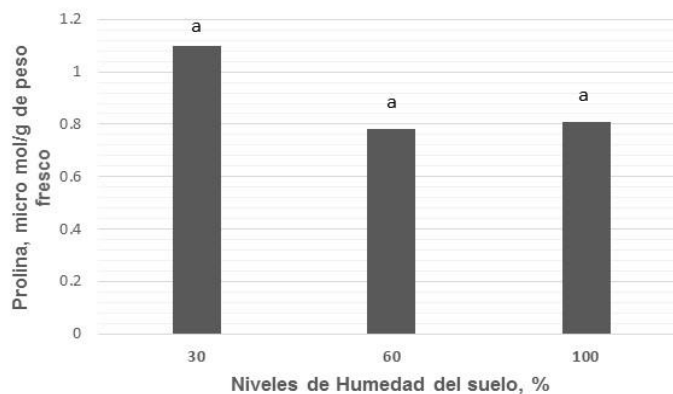


Figura 1. Variaciones de los porcentajes de fósforo en hojas de plantas de *Brachiaria humidicola* en base a los niveles de humedad del suelo

Al parecer, la mayor humedad en el suelo provoca que el fósforo se disuelva más fácilmente, haciéndolo disponible para la planta. La presencia de menor porcentaje de fósforo a mayor estrés hídrico coincide con resultados de Bittman y Simposon (1989). Ellos explican que la sequía acelera la declinación de los contenidos de fósforo por reducción de su consumo e incremento de la traslocación. La variación no significativa de la concentración de prolina en respuesta a

las variaciones de humedad del suelo, coincide con los resultados obtenidos en otros estudios. Barker *et al.* (1993) observaron que las concentraciones de prolina no variaron en plantas forrajeras C4 ni en C3, cada grupo evaluado en forma independiente, aunque las C3 mostraron en promedio mayor concentración de prolina ( $4.9 \mu\text{g g}^{-1}$  PS) que las C4 ( $2.85 \mu\text{g g}^{-1}$  PS). Aunque con estrés hídrico mostraron una concentración de prolina en hojas de 20 veces superior a la presentada en plantas sin estrés. Aun cuando la concentración de prolina no tuvo una variación significativa ( $P > 0.05$ ) entre los diferentes niveles de humedad del suelo, mostró una tendencia a incrementarse en las hojas de planta con el mayor estrés hídrico; es decir, cuando los niveles de humedad del suelo disminuían hasta llegar al 30 % de la capacidad de campo (Figura 2).

Los tratamientos de agua aplicados posiblemente no fueron lo suficientemente contrastantes para observar cambios en la concentración de prolina o en macroelementos como el nitrógeno y el K en la planta. Según Stewart *et al.* (1974), la prolina se presenta en pequeñas cantidades en hojas de las plantas, cuando éstas crecen sin ningún tipo de restricción. Bajo esas condiciones, la prolina se oxida para formar ácido glutámico y otros compuestos solubles que originan proteínas. Pero en condiciones inadecuadas de crecimiento, tales como el déficit hídrico, la formación de ácido glutámico es inhibida e inclusive revierte la ya formada, pudiéndose acumular prolina en las hojas al disminuir su tasa de oxidación (Palfi y Juhasz, 1971; Possingham, 1956; Stewart *et al.*, 1974). Es importante mencionar que durante el estudio por situaciones imprevistas, el sitio experimental permaneció cerrado por 20 días, período en que las plantas no fueron regadas. Posterior a este incidente, se reinició la aplicación del tratamiento de agua a todas las plantas por igual para su recuperación y una semana después se reinició con los tratamientos de agua. Posiblemente, este estrés inducido involuntariamente durante 20 días hizo que la prolina se acumulara por igual en todas plantas de todas las unidades experimentales, elevando el potencial osmótico en los genotipos, por lo que los genotipos sensibles ya no mostraron una variación importante al aplicar de nuevo los tratamientos de humedad diferenciada.



**Figura 2.** Concentración de prolina en hojas de genotipos de *Brachiaria humidicola* bajo tres niveles de humedad del suelo

El genotipo si tuvo un efecto significativo en las variaciones de la concentración de prolina y de los macroelementos de la planta, pero sin tener efecto ( $P > 0.05$ ) sobre el fósforo (Cuadro 3). En un estudio previo (Reyes *et al.*, 2009), los genotipos CIAT 26160 y 26407 mostraron el mayor rendimiento de MS y de proteína durante la época seca del año por lo que se consideraron tolerantes, y el genotipo CIAT 26413 fue menos tolerante. El genotipo 679 es la especie explotada actualmente en las zonas tropicales de México. El efecto genético en la concentración de prolina se manifestó principalmente en el genotipo 26407 ya que fue el único que presentó resultados diferentes en comparación a los obtenidos por genotipos evaluados. El genotipo 26407 fue el que presentó menor concentración de prolina ( $P < 0.05$ ) y mayor porcentaje de

nitrógeno y potasio en sus hojas en comparación con el resto de los genotipos de *B. humidicola*. Este genotipo parece mantener bajos potenciales osmóticos para mantener la turgencia de las hojas (Barker *et al.*, 1993) y coincide con los resultados obtenidos por Carmona *et al.* (2003) en cuatro genotipos de *Brachiaria* sp. Los híbridos CIAT 36061 y 36060 presentaron los menores contenidos de prolina, la mayor producción de hojas y resistencia a sequía. Hanson *et al.* (1977) menciona que en cebada sometida a estrés hídrico, los genotipos sensibles son los que presentan mayor acumulación de prolina y la resistentes el menor. El porcentaje de fósforo no mostró diferencias ( $P > 0.05$ ) en su concentración entre los genotipos.

**Cuadro 3.** Concentración de prolina, y porcentajes de nitrógeno, fósforo y potasio en cuatro genotipos de *Brachiaria humidicola*.

Genotipos	Prolina ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ PF)	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)
679	1.00 a	1.94 b	3.22 a	1.23 b
16867	1.04 a	2.21 b	3.30 a	1.21 b
26160	0.90 a	2.06 b	3.41 a	1.09 b
26407	0.64 b	2.68 a	4.71 a	1.68 a
CV	18.81	17.99	32.97	21.33

Medias con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ). PF=peso fresco.

El análisis de varianza (Cuadro 2) no muestra interacción ( $P > 0.05$ ) humedad x genotipo, ni en la concentración de prolina en hojas, ni en los macronelementos (a excepción del potasio) evaluados, lo cual indica que los genotipos mantuvieron su estatus en sus valores registrados en estos caracteres al pasar de un nivel de humedad a otro.

#### **Materia Seca, Materia Muerta y Altura**

El análisis de varianza muestra que el rendimiento de materia seca en los caracteres evaluados: raíces, tallos, hojas y biomasa aérea total, así como la altura y producción de materia muerta, fueron afectados por el nivel de humedad del suelo y por el genotipo ( $P < 0.001$ ). La interacción humedad x genotipo en todos estos caracteres mencionados, fue observada. Así tenemos que todos los caracteres de la planta evaluados tuvieron una disminución importante ( $P < 0.05$ ) en su rendimiento de materia seca conforme disminuía el porcentaje de humedad del suelo; es decir, conforme aumentaba el grado de estrés hídrico de la planta. Los genotipos presentaron una disminución promedio en su rendimiento de materia seca en la raíz, tallos, hojas y tallos + hojas del orden del 16, 9, 15 y 12 %, respectivamente, al pasar de 100 % a 30 % de humedad del suelo (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Rendimiento de materia seca en raíces, tallos, hojas y tallo + hojas promedio de cuatro genotipos de *Brachiaria humidicola* bajo tres niveles de humedad del suelo.

Humedad del suelo (%)	Raíces (g/maceta)	Tallos (g/maceta)	Hojas (g/maceta)	Tallos + Hojas (g/maceta)
100	32.57 a	7.27 a	7.16 a	14.48 a
60	18.68 b	2.88 b	2.99 b	5.35 b
30	5.30 c	0.49 c	0.87 c	1.17 c

Medias con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

De la misma manera, la altura de la planta y la producción de materia muerta fueron mayores a mayor disponibilidad de agua en el suelo. El genotipo comercial 679 fue el de mayor tolerancia a estrés hídrico.

## CONCLUSIONES

La concentración de prolina no mostró respuesta a los diferentes niveles de humedad, pero tuvo una tendencia a una mayor concentración a mayor estrés hídrico. El nitrógeno y potasio no mostraron variabilidad entre niveles de humedad, siendo el fósforo el que se incrementa en la planta al aumentarse los niveles de humedad del suelo. Hubo efecto de genotipo en la concentración de prolina, donde CIAT 26407 registró la menor concentración. El RMS en todos los caracteres evaluados fue afectado por los tratamientos de humedad.

## LITERATURA CITADA

- Barker D.J., Sullivan C.Y. y Moser L.E. 1993. Water deficit effects on osmotic potential, cell wall elasticity, and proline in five grasses. *Agronomy Journal*. 85: 270-275.
- Bates L.S., Waldren R.P., Teare I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*. 39: 205-207.
- Bittman S. y Simpson G.M. 1989. Drought effects on water relations of three cultivated grasses. *Crop Sci*. 29: 992-999.
- Bogges S.F., Stewart C.R., Aspinall D., y Paleg L.G. 1976. Effect of water stress on proline synthesis from radioactive precursors. *Plant Physiol*. 58: 398 - 401.
- Bokhari U. G. y Trent J.D. 1985. Proline concentrations in water stressed. *Journal of Range Management* 38(1): 37-38.
- Carmona M.I., Trejo L.C., Ramírez V.P., García de los Santos G. y Becerril P.C. 2003. Resistencia a sequía de *Brachiaria* spp. I. Aspectos fisiológicos. *Rev. Fitotec. Mex*. 26 (3): 153-159.
- CIAT. 2004. Informe anual. Convenio CIAT-MARD. Meta 4. Gramíneas y leguminosas tropicales. pp. 16-30. IP-5. Centro Internacional de Agricultura Tropical y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cali, Colombia.
- De Dios V.O.O. 2001. Ecofisiología de los bovinos en sistemas de producción del trópico húmedo. Colección José N. Roviroso: Biodiversidad, Desarrollo Sustentable y Trópico Húmedo. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). 376 p.
- Fisher M.J. y Kerridge P.C. 1996. The agronomy and Physiology of *Brachiaria* species. Pp 43-52. In: *Brachiaria: Biology, Agronomy and Improvement*. Miles J.W., Maas B.L. and Do Valle C.B. (Eds), CIAT.
- Gayalin I. 1994. Stockpiling of tropical forage for dry season in Martinique. In: Proceedings of the XVII International Grassland Congress, 8-21 February 1993, vol. 1. NZGA, TGSA, NZSAP, ASAP-Qld., and NZIAS, Palmerston North, New Zealand. p. 518-519.
- Hanson A.D., Nelson C.E. y Everson E.H. 1977. Evaluation of free proline accumulation as an index of drought resistance using two contrasting barley cultivars. *Crop Sci*. 17:720-726.
- Juárez H.J., Bolaños A.E.D. 2004. Producción de materia seca y contenido de proteína en pastos tropicales en condiciones diferentes de fertilidad. Memorias de la XVII Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria. Noviembre 4 y 5. Villahermosa (México): Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Forestales y Pecuarias. 139 - 145.
- Juárez-Hernández J., Bolaños-Aguilar E.D., Varga L.M., Medina S., Martínez-Hernández P.A., 2011. Curvas de dilución de la proteína en genotipos de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 45 (3): 321-331.
- Olivera S.A. y Meléndez N.F. 1997. Diagnóstico edafoclimático del potencial productivo del pasto Humidicola *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schewerckerdt en Tabasco, México. X Reunión Científica. 27-28 de Noviembre, Villahermosa, Tabasco.
- Palfi, G., J.Juhasz. 1971. The theoretical basis and practical application of a new method of selection for determining water deficiency in plants. *Plant and Soil* 34: 503-507.
- Reyes P.Q. Bolaños A.E.D., Hernández S.D., Aranda I.E.M. e Izquierdo R.F. 2009. Producción de materia seca y contenido de proteína en 21 genotipos del pasto Humidicola *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. *Revista Universidad y Ciencia* 25 (3): 213-224.
- SAS. 1999. SAS/STAT guide for personal computer, ver. 8 SAS Inst., Inc., Cary, N.C. USA.



- Stewart L.R. y Lee J.A. 1974. The role of proline accumulation in halophytes. *Planta* 120: 279-289.
- Verslues P.E. y Sharp R.E. 1999. Proline accumulation in maize (*Zea mays* L.) primary roots at low water potentials. II. Metabolic source of increased proline deposition in the elongation zone. *Plant Physiol.* 119: 1349-1360.
- Westgate, M.E. y Boyer J.S. 1985. Osmotic adjustment and the inhibition of leaf, root, stem and silk growth at low water potentials in maize. *Planta* 164: 540-549.



## PREVALENCIA Y FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A DIARREA VIRAL BOVINA Y RINOTRAQUEITIS INFECCIOSA BOVINA EN HATOS DE ORDEÑA EN CHIAPAS

Mejía E.F.<sup>\*1</sup>, Alvarado I.A.<sup>2</sup>, Hernández A.L.<sup>2</sup>, Milián S.F.<sup>3</sup>, Mejía M.M.R.<sup>4</sup>, García C.L.<sup>5</sup>,  
Hernández O.R.<sup>6</sup>, Díaz A.E.<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>INIFAP-Campo Experimental Huimanguillo, <sup>2</sup>INIFAP-CENID-Microbiología, <sup>3</sup>Fac. Ciencias Naturales-  
UAQ, <sup>4</sup>Ciencias de la Salud-UMMA, <sup>5</sup>Consultora externa, <sup>6</sup> INIFAP-CENID-PAVET

T-51

### RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la prevalencia de anticuerpos contra la diarrea viral bovina y la rinotraqueitis infecciosa bovina e identificar los principales factores de riesgo en vacas de ordeña del estado de Chiapas. Se realizó un estudio epidemiológico transversal, con tamaño de muestra por conveniencia de acuerdo a la prevalencia de la enfermedad. Se muestreó un total de 384 vacas de 39 ranchos de 10 municipios del estado. Se aplicó un cuestionario estructurado y una cédula individual para obtener información del rancho y de los animales muestreados. El diagnóstico se realizó en el CENID-MICROBIOLOGÍA-INIFAP, mediante la técnica de ELISA (Kit comercial IDEXX) para DVB y seroneutralización en placa para IBR. El análisis estadístico se realizó en el programa StataSE 10 a través de estadísticas descriptivas,  $\chi^2$  de Pearson, se obtuvieron prevalencias y los factores de riesgo se determinaron por medio de regresión logística múltiple. La seroprevalencia global para DVB fue de 60.42 % (232/384), encontrándose la mayor prevalencia en la región de la Frailesca con el 72.57 % (82/113) y la menor en la región Centro con 38.03 % (27/71), la región Norte presentó 61.5 % (123/200). En todos los municipios estudiados se encontraron seroprevalencias que oscilaron de 36.84 % en Sunuapa hasta 94.74 % en Ostucán ambos pertenecientes a la región Norte; para IBR la prevalencia global fue de 80.97 % (302/373), detectándose el 83.19 % (94/113) en la Frailesca, 83.08 % en el Centro (54/65) y el 78.97 % (154/195) en el Norte; por municipio osciló entre 58.33 % y 91.67 % en Ixtapangajoyá y Juárez respectivamente de la región Norte. Los principales factores de riesgo asociados con la seropositividad a DVB fueron: tipo de ordeña (RM= 2.53; IC95 %: 1.30, 4.92), presencia de mastitis (RM= 2.10; IC95 %: 1.13, 3.92); para IBR fueron: introducir animales de otras explotaciones (RM= 2.35; IC95 %: 1.02, 5.38) y la presencia de abortos (RM = 2.48; IC95 %: 1.20, 5.13). Se concluye que existe una elevada seroprevalencia y una amplia distribución de anticuerpos contra diarrea viral bovina y rinotraqueitis infecciosa bovina en hatos de ordeña en Chiapas, y el principal factor de riesgo asociado a la seropositividad a DVB es el tipo de ordeña y la presencia de mastitis, y para IBR, la introducción de animales de otras explotaciones y la presencia de abortos.

**Palabras clave:** Prevalencia, Factores de riesgo, Diarrea viral bovina, Rinotraqueitis infecciosa bovina.

### INTRODUCCIÓN

En el ganado bovino las infecciones con el virus de la diarrea viral bovina (DVB) y la rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR), causan problemas reproductivos que afectan la producción de las vacas de ordeña, ocasionando grandes pérdidas económicas a la ganadería.

La diarrea viral bovina o enfermedad de las mucosas tiene una distribución mundial, causa pérdidas económicas debido a las infecciones transplacentarias y asociación con otros patógenos del tracto respiratorio y digestivo. Es producida por el virus del género *Pestivirus* de la familia *Flaviviridae*. En la vaca gestante, el virus atraviesa la placenta y ocasiona un conjunto de fetopatías que van desde la reabsorción embrionaria, aborto, malformación congénita; es capaz

de atravesar la barrera hemato-encefálica fetal, produciendo diversas lesiones en el sistema nervioso central, principalmente en el cerebelo (Houe, 2003; Betancourt *et al.*, 2007).

La infección por BVD puede presentarse de forma aguda con signos de neumonía, infección intrauterina en vacas gestantes, infección persistente en becerros que nacen infectados y enfermedad de las mucosas que afecta principalmente a los terneros y becerros de destete, se caracteriza por afectar a la mucosa nasal, bucal e intestinal, produce úlceras en la boca, lesiones en el tracto digestivo con diarrea acuosa, lesiones ulcerosas y/o erosiones en los talones que provocan claudicación, fiebre, depresión, anorexia y muerte del animal. Los terneros y los becerros son los que transmiten la enfermedad al estar persistentemente infectados. Si las hembras persistentemente infectadas se seleccionan para reemplazo, toda su progenie sobreviviente será portadora de la enfermedad. La DVB también se transmite por contacto directo con las secreciones nasales, oculares, saliva y diarrea de los animales portadores así como a través de insectos y equipo contaminado con el virus (Liebler-Tenorio, 2005).

La rinotraqueitis infecciosa bovina o vulvovaginitis pustular infecciosa es una enfermedad contagiosa de curso agudo, producida por el herpesvirus bovino-1 de la familia *herpesviridae*, género *Varicellovirus*, se caracteriza principalmente por trastornos en las vías respiratorias superiores ocasionando edema, hemorragias y necrosis de las membranas mucosas, infección fetal; produce aborto en el último tercio de la gestación. La enfermedad se transmite por el contacto con descargas nasales, por el contacto sexual con las secreciones vaginales, prepuciales y el semen contaminado con el virus de la IBR. La infección produce pérdida de peso, disminución de la producción de leche, en hatos donde se utiliza la monta natural provoca vulvovaginitis, balanopostitis con lesiones necróticas en mucosa vaginal y prepucial, se ha reportado infertilidad, metritis postparto, vaginitis, mastitis, orquitis y epididimitis (Betancourt *et al.*, 2006).

Algunos estudios indican que la DVB e IBR son las de mayor importancia en la presentación del aborto en el ganado lechero (Yoo, 2010). En México más del 80 % de las hembras gestantes que adquieren alguno de estos padecimientos abortan, presentan infertilidad o tienen mortinatos, lo que frena el desarrollo de la ganadería y retrasa los programas de mejoramiento genético, además de la merma en la producción de carne y leche, así como gastos por servicios médicos, diagnóstico de laboratorio y medicamentos (Meléndez *et al.*, 2010).

Los factores de riesgo asociados a la presentación de abortos incluyen características del animal, prácticas de manejo en la explotación, presencia de otras especies animales y factores ambientales, por lo que es importante identificar los factores que intervienen en la infección de los hatos de ordeña para el desarrollo de programas para el control y prevención de la enfermedad.

### **Objetivo**

El objetivo del estudio fue determinar la prevalencia de anticuerpos contra la diarrea viral bovina y la rinotraqueitis infecciosa bovina e identificar los principales factores de riesgo en vacas de ordeña del estado de Chiapas.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

**Diseño del estudio.** Se realizó un estudio epidemiológico de tipo transversal.

**Sitio de estudio.** El estudio se realizó en hatos de ordeña del estado de Chiapas, en los municipios de mayor producción de leche, en la región Norte (Ixtacomitán, Ixtapangajoyá, Juárez, Ostucán, Pichucalco, Reforma y Sunuapa), región centro (Tecpatán) y en la Frailesca (Villaflores y Villa Corzo).

**Tamaño de muestra.** El tamaño de la muestra fue por conveniencia y de acuerdo a la seroprevalencia a nivel nacional de las enfermedades en estudio. Se muestreó un total de 384 vacas de 39 ranchos de 10 municipios del estado de Chiapas.

**Unidad de análisis.** La unidad de análisis fue el bovino.

**Toma de muestra.** En cada explotación seleccionada, se realizó el muestreo al azar, de cada animal se obtuvo 7 ml de sangre por punción de la vena coccígea, utilizando tubos y agujas vacutainer estériles e identificando cada muestra.

**Procesamiento de muestras.** Las muestras de sangre se centrifugaron a 5,000 rpm durante 15 minutos y el suero sanguíneo se depositó en viales de plástico de 1.5 ml, previamente identificados, los cuales se congelaron a menos 20 °C y se enviaron en refrigeración al laboratorio del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Microbiología del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (CENID-MICROBIOLOGÍA-INIFAP), localizado en Palo Alto, México, D.F., en donde se realizaron las pruebas de diagnóstico.

**Pruebas de diagnóstico.** Para la detección de anticuerpos contra la diarrea viral bovina se utilizó la técnica de ELISA (Kit comercial IDEXX) y para la rinotraqueitis infecciosa bovina la prueba de Seroneutralización en placa, con el virus de referencia IBR758.

**Obtención de información.** En cada una de las explotaciones muestreadas se aplicó un cuestionario estructurado con preguntas cerradas y abiertas para recabar información sobre el rancho, tamaño del hato, manejo zootécnico, manejo sanitario, eventos reproductivos, manejo de placentas y productos abortados, tipo de alimentación, fuente del agua y presencia de hospederos; también se levantó una cédula individual por cada animal muestreado donde se incluyó la identificación de la vaca, raza, sexo, edad, número de parto, número de aborto, causa del aborto, tiempo de ocurrencia del aborto, enfermedades padecidas, producción láctea y tipo de empadre.

**Análisis de datos.** La información obtenida de las encuestas y los resultados del laboratorio se capturó en una base de datos creada en el programa FoxPro 9.0. La base se transformó del formato DBF al formato estadístico DTA, mediante el programa DBMSCOPY. El análisis estadístico se realizó en el programa StataSE 10 (Statistics Data Analysis). Se realizó un análisis descriptivo, se aplicó la prueba de Chi<sup>2</sup> de Pearson a un nivel de confianza del 95 %. Se determinó la prevalencia global de cada enfermedad y la prevalencia específica para cada variable estudiada. Los factores de riesgo se determinaron por medio de regresión logística múltiple, mediante la razón de momios (odds ratio= RM), con sus respectivos intervalos de confianza al 95 % (IC95 %).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro 1, muestra la seroprevalencia de anticuerpos de las enfermedades estudiadas, observándose que para diarrea viral bovina la prevalencia global fue de 60.42% (232/384), encontrándose la mayor prevalencia en la región de la Frailesca con el 72.57 % (82/113) y la menor en la región Centro con 38.03 % (27/71), la región Norte presentó 61.5 % (123/200). En todos los municipios estudiados se encontraron seroprevalencias que oscilaron de 36.84 % en Sunuapa hasta 94.74 % en Ostuacán ambos pertenecientes a la región Norte. Las prevalencias encontradas en este estudio coincide con los hallazgos de varios autores que señalan que la infección tiende a ser endémica en la mayoría de las poblaciones bovinas, Solis *et al.*, 2005, reportó prevalencias que van del 50 % al 90 % en el estado de Yucatán; Peña *et al.*, 2012, encontró 46% en seis predios del municipio Valledupar, Colombia; sin embargo, son inferiores a



las encontradas en la región de la Chontalpa y de la Sierra del estado de Tabasco donde oscilaron de 75 a 100 % con una prevalencia global de 81.44 % (Mejía y col., 2013). La prevalencia global de rinotraqueitis infecciosa bovina fue de 80.97 % (302/373), detectándose el 83.19 % (94/113) en la Frailesca, 83.08 % en el Centro (54/65) y 78.97 % (154/195) en el Norte; por municipio oscilaron entre 58.33 % y 91.67 % en Ixtapangajoya y Juárez respectivamente, de la región Norte; la prevalencia global encontrada para IBR es superior al 59.3 % reportado por Motta *et al.*, 2012, al 74.7 % encontrado en Colombia por Betancourt *et al.*, 2006, al 68 % encontrado por Peña *et al.*, 2012 y al 62.05 % en Tabasco (Mejía y col., 2013). La diarrea viral bovina y la rinotraqueitis infecciosa bovina se encuentran ampliamente distribuidas en los hatos de ordeña de los municipios muestreados en el estado de Chiapas, todos los hatos presentaron animales con anticuerpos contra DVB e IBR y en todos los municipios las prevalencias fueron elevadas, estos resultados sugieren que estas enfermedades pueden tener importancia en los problemas reproductivos en los hatos de ordeña en Chiapas, particularmente en aquellos que han controlado otras enfermedades causantes de aborto como es el caso de la brucelosis.

Cuadro 1. Prevalencia de anticuerpos contra diarrea viral bovina y rinotraqueitis infecciosa bovina en hatos de ordeña en Chiapas

Región/ Municipio	Muestras analizadas	Positivas <sup>1</sup>	DVB Prevalencia (%)	Analiz.	Positivas <sup>2</sup>	IBR Prevalencia (%)
Norte	200	123	61.50	195	154	78.97
Ixtacomitán	21	14	66.67	21	16	76.19
Ixtapangajoya	24	16	66.67	24	14	58.33
Juárez	24	19	79.17	24	22	91.67
Ostuacán	19	18	94.74	19	17	89.47
Pichucalco	71	30	42.25	66	56	84.85
Reforma	22	19	86.36	22	15	68.18
Sunuapa	19	7	36.84	19	14	73.68
Centro	71	27	38.03	65	54	83.08
Tecpatán	71	27	38.03	65	54	83.08
Frailesca	113	82	72.57	113	94	83.19
Villaflores	89	60	67.42	89	76	85.39
Villa Corzo	24	22	91.67	24	18	75.00
Total	384	232	60.42	373	302	80.97

<sup>1</sup>Positivas a ELISA (Kit comercial IDEXX)

<sup>2</sup>Positivas a Seroneutralización en placa (virus de referencia IBR758)

En el cuadro 2, se presentan las prevalencias de anticuerpos contra la diarrea viral bovina en hatos de ordeña en Chiapas, según algunas características estudiadas como son: tamaño del hato, sistema de alimentación, tipo de ordeña y presencia de mastitis, las cuales fueron estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ). En todas las variables la seroprevalencia fue elevada, lo que nos sugiere que la DVB esta presente en los hatos de ordeña en Chiapas, ya que en la mayoría de las explotaciones no se vacuna contra esta enfermedad.

**Cuadro 2. Prevalencia de anticuerpos contra diarrea viral bovina en hatos de ordeña en Chiapas. Según algunas características estudiadas**

Característica	Muestras analizadas	Positivas <sup>1</sup>	Prevalencia (%)	p
Tamaño del hato (cabezas)				
≤ 100	49	27	55.10	0.000
101-200	70	56	80.00	
201-300	62	28	45.16	
≥ 301	19	12	63.16	
Alimentación				
Pastoreo directo	113	58	51.33	0.001
Pastoreo + Concentrado	87	65	74.71	
Ordeña				
Manual	121	62	51.24	0.000
Mecánica	79	61	77.22	
Mastitis				
Sí	115	82	71.30	0.001
No	84	40	47.62	

<sup>1</sup>Positivas a ELISA (Kit comercial IDEXX)

p= Valor de p

**Cuadro 3. Prevalencia de anticuerpos contra rinotraqueitis infecciosa bovina en hatos de ordeña en Chiapas. Según algunas características estudiadas.**

Característica	Muestras analizadas	Positivas <sup>1</sup>	Prevalencia (%)	p
Tamaño del hato (cabezas)				
≤ 100	49	29	59.18	0.001
101-200	70	60	85.71	
201-300	57	47	82.46	
≥ 301	19	18	94.74	
Introduce animales				
Sí	76	67	88.16	0.012
No	119	87	73.11	
Alimentación				
Pastoreo directo	108	78	72.22	0.010
Pastoreo + Concentrado	87	76	87.36	
Ordeña				
Manual	116	84	72.41	0.006
Mecánica	79	70	88.61	
Aborto				
Sí	124	106	85.48	0.003
No	70	47	67.14	
Infertilidad				
Sí	130	105	80.77	0.025
No	35	22	62.86	
Mastitis				
Sí	115	97	84.35	0.024
No	79	56	70.89	

<sup>1</sup>Positivas a Seroneutralización en placa (virus de referencia IBR758)

p= Valor de p

El cuadro 3, muestra la prevalencia de anticuerpos contra la rinotraqueitis infecciosa bovina en hatos de ordeña en Chiapas, de algunas características estudiadas como son: tamaño del hato, introducción de animales de otras explotaciones, sistema de alimentación, tipo de ordeña, presencia de abortos, infertilidad y presencia de mastitis, las cuales fueron altamente

significativas ( $p < 0.05$ ). Como se puede observar en todas las variables las seroprevalencias fueron elevadas, lo que nos indica que la IBR está presente en los hatos de ordeña en el estado de Chiapas, ya que en la mayoría de los ranchos no se vacuna contra esta enfermedad.

El cuadro 4, muestra los principales factores de riesgo para la diarrea viral bovina y la rinotraqueitis infecciosa bovina, identificados mediante regresión logística múltiple. Para DVB se encontró que las vacas que se ordeñan en forma mecánica tiene 2.53 veces más riesgo de ser positivas a DVB que las vacas que se ordeñan en forma manual (RM= 2.53; IC95 %: 1.30, 4.92),  $p = 0.006$ ; las vacas de los hatos donde hay presencia de mastitis tienen 2.10 veces más probabilidad de ser seropositivas a DVB que las vacas de los hatos donde no hay mastitis (RM= 2.10; IC95 %: 1.13, 3.92),  $p = 0.019$ . Para IBR se encontró que las vacas de los hatos de ordeña que introducen animales de otras explotaciones tienen 2.35 veces más riesgo de ser seropositivas a IBR que las vacas de los ranchos que no introducen animales (RM= 2.35; IC95 %: 1.02, 5.38),  $p = 0.044$ ; también se encontró que los ranchos donde hay abortos las vacas tienen 2.48 veces más probabilidad de ser positivas a IBR que las vacas de los ranchos donde no hay abortos (RM = 2.48; IC95 %: 1.20, 5.13),  $p = 0.014$ , y en los hatos donde hay mastitis las vacas tienen 1.65 veces más probabilidad ser seropositivas a IBR que las vacas donde no hay mastitis, lo cual coincide con Magaña y cols., 2005, quienes encontraron como factor de riesgo al aborto y la introducción de animales en ganado lechero de Michoacán.

Cuadro 4. Principales Factores de Riesgo asociados a diarrea viral bovina y rinotraqueitis infecciosa bovina en hatos de ordeña en el estado de Chiapas

Variable	DVB			IBR		
	RM	IC95 %	p	RM	IC95 %	p
Introduce animales (Sí : No)				2.35	1.02 , 5.38	0.044
Ordeña (Mecánica : Manual)	2.53	1.30 , 4.92	0.006			
Aborto (Sí : No)				2.48	1.20 , 5.13	0.014
Mastitis (Sí : No)	2.10	1.13 , 3.92	0.019	1.65	0.79 , 3.43	0.183

RM= Razón de momios      IC95 %= Intervalo de Confianza al 95 %      p= Valor de p

Con base a los resultados de este estudio, sería importante inmunizar a las vacas secas contra DVB e IBR para que el calostro transfiera inmunidad pasiva al menos por 4 meses de edad de los becerros. Para ello cuando se utilice virus muerto hay que volver a vacunar a las 3 semanas posteriores a la primera vacuna y cuando se use virus vivo modificado se debe de revacunar cada 6 meses. En vacas de ordeña se debe vacunar con virus vivo modificado 30 días antes del parto y si se usa virus muerto volver a vacunar a las 4 semanas después del parto, posteriormente revacunar cada 6 meses (dos veces al año).

## CONCLUSIONES

Existe una elevada seroprevalencia y una amplia distribución de anticuerpos contra diarrea viral bovina y rinotraqueitis infecciosa bovina en hatos de ordeña en Chiapas; el principal factor de riesgo asociado a la seropositividad a DVB es el tipo de ordeña y la presencia de mastitis, y para IBR, la introducción de animales de otras explotaciones y la presencia de abortos.



### Agradecimientos

A los propietarios y trabajadores de los ranchos, y a todas las personas participantes en el estudio, por su invaluable colaboración.

Proyecto financiado por SAGARPA-COFUPRO-CONACYT 2010-144591

### LITERATURA CITADA

- Betancourt C, Gogorza L, Martínez F. 2007. Seroepidemiología de Diarrea Viral Bovina en Colombia. *Analecta Veterinaria*. 27 (2).
- Betancourt C, González M, Reza L. 2006. Seroepidemiología de la Rinotraqueitis Infecciosa Bovina en el municipio de Montería, Colombia. *Revista M.V.Z. Córdoba*. 11 (2): 830-836.
- Houe H. 2003. Economic impact of BVD infection in dairies. *Biologicals*. 31: 137-143.
- Liebler-Tenorio EM. 2005. Pathogenesis. In: Goyal, S.M., Ridpath, J.F. editors. *Bovine Viral Diarrhea Virus, Diagnosis, Management and Control*. Ames, Iowa: Blackwell Publishing Professional. Pág. 121-143.
- Magaña UA, Solorio RJL, Segura CJC. 2005. Rinotraqueitis infecciosa bovina en hatos lecheros de la región Cotzío-Tejaro, Michoacán México. *Téc. Pec. Méx.* 43(1): 27-37.
- Meléndez SRM, Valdivia FAG, Rangel MEJ, Díaz AE, Segura CJC, Guerrero BAL. 2010. Factores de riesgo asociados a la presencia de aborto y desempeño reproductivo en ganado lechero de Aguascalientes, México. *Rev. Méx. Cienc. Pecu.* 1(4): 391-401.
- Mejía EF, Morales AJF, Córdova LD y Díaz AE. 2013. Seroprevalencia y factores de riesgo de brucelosis, diarrea viral y rinotraqueitis infecciosa en vacas de ordeña de la región Chontalpa y Sierra de Tabasco. *II Simp. Inter. Prod. Agroalimen. Trop.; XXV Reunión Cient-Tec Forestal y Agropec. Tabasco 2013*. Villahermosa, Tab. Pág. 227-233.
- Motta GJL, Waltero GI, Abeledo MA, Fernández O. 2012. Estudio retrospectivo de agentes infecciosos que afectan la reproducción bovina en el Departamento del Caquetá, Colombia. *Rev. Salud Anim.* 34 (3): 159-164.
- Peña FL, Araujo VA, Rubio ED, Mojica PC, Falquez JJ, Avendaño EK. 2012. Estudio serológico de DVB, IBR y *Neospora* en bovinos de la microregión del Valle del Cesar. *Rev. Col. Mic. Trop.:* 2 (2) 35-40.
- Solis CJJ, Segura CVM, Segura CJC. 2005. Bovine viral diarrhea virus in beef cattle herds of Yucatan, Mexico: seroprevalence and risk factors. *Prev. Vet. Med.* 72(3-4):253-262.
- Yao HS. 2010. Infectious causes of reproductive disorders in cattle. *J. Reprod. Dev.* 56 Suppl: 53-60.



## EPIDEMIOLOGÍA DE LA NEOSPOROSIS EN VACAS DE ORDEÑA EN EL ESTADO DE CHIAPAS

Mejía EF<sup>1</sup>, Hernández OR<sup>2</sup>, Castro SE<sup>2</sup>, García CL<sup>3</sup>, Milián SF<sup>4</sup>, Mejía MMR<sup>5</sup>, Díaz AE<sup>6</sup>

<sup>1</sup>INIFAP-Campo Experimental Huimanguillo, <sup>2</sup>INIFAP-CENID-PAVET, <sup>3</sup>Consultora externa, <sup>4</sup>Fac. Ciencias Naturales-UAQ, <sup>5</sup>Ciencias de la Salud-UMMA, <sup>6</sup> INIFAP-CENID-Microbiología

T-52

### RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la prevalencia de anticuerpos contra *Neospora caninum* e identificar los principales factores de riesgo en vacas de ordeña del estado de Chiapas. Se realizó un estudio epidemiológico transversal, con tamaño de muestra por conveniencia de acuerdo a la prevalencia de neosporosis a nivel nacional. Se muestreo un total de 611 vacas de 29 hatos de ordeña en 11 municipios pertenecientes a cuatro regiones de Chiapas. Se aplicó un cuestionario estructurado y una cédula individual para obtener información del rancho y de los animales muestreados. El suero sanguíneo se trabajó en el CENID-PAVET-INIFAP, localizado en Jiutepec, Morelos, mediante la técnica de ELISA utilizando un kit comercial (IDEXX Laboratorios). El análisis estadístico se realizó en el programa StataSE 10 a través de estadísticas descriptivas,  $\chi^2$  de Pearson, se determinó la prevalencia, y los factores de riesgo se determinaron por medio de regresión logística múltiple. La prevalencia global de neosporosis fue de 29.3 % (179/611). La seroprevalencia en la región Norte fue de 41.89 % (62/148), Istmo-Costa 26.53 % (52/196), Centro 25.32 % (20/79) y en la Frailesca 23.94 % (45/188). El municipio que presentó la mayor seroprevalencia fue Ixtacomitán con 83.33 % (10/12) y la más baja fue para La Concordia con 20.41% (10/49),  $p < 0.000$ . De los ranchos muestreados el 96.55 % presentó al menos un animal seropositivo (28/29). Por raza, la seroprevalencia más alta se encontró en la Cebú con 60.0% y la más baja en la Simmental por cebú con 25.0 %, entre razas no hubo diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ). Por edad de los animales, los de 36 meses o menos presentaron una seroprevalencia del 40 % y los de 37 meses o más 39.33 % ( $p > 0.05$ ); en los hatos donde hay abortos se tiene un 42.86 % de prevalencia y en donde no hay 33.33 %; en los ranchos donde hay perros se encontró una prevalencia de 42.03 % y en los que no hay 33.33 % ( $p = 0.416$ ). Los factores asociados con la seropositividad a neosporosis encontrados en este estudio no fueron estadísticamente significativos. Se concluye que existe una elevada seroprevalencia y una amplia distribución de anticuerpos contra *Neospora caninum* en vacas de ordeña en Chiapas.

**Palabras clave:** *Neospora caninum*, Vacas de ordeña, Prevalencia, Factores de riesgo.

### INTRODUCCIÓN

La neosporosis bovina es una enfermedad parasitaria producida por el protozooario *Neospora caninum*, puede afectar en forma natural a caninos, caprinos, ciervos, equinos y ovinos. Aunque el aborto es el efecto más importante de la infección por *Neospora*, también provoca lesiones neuromusculares en los becerros menores de 30 días; ocasiona una reducción en el número de becerros nacidos vivos debido a la reabsorción fetal, muerte neonatal, infertilidad temporal, repetición de celos, baja la producción de leche hasta en un 4 % y nacimiento de becerros débiles que mueren a las pocas horas de nacidos, lo que ocasiona pérdidas económicas a la ganadería bovina de todo el mundo (Hernández, *et al.*, 2001; Dubey, 2003; Moore *et al.*, 2005). La enfermedad en los bovinos puede ser transmitida verticalmente a través de la placenta causando una infección congénita; la otra forma de transmisión es la postnatal (transmisión horizontal) por el consumo de alimentos y agua contaminados con ooquistes expulsados en las heces del perro o coyote. Los perros (*Canis lupus familiaris*) y los coyotes (*Canis latrans*) son los hospederos definitivos identificados hasta la fecha, las demás especies actúan como hospederos intermediarios (Dubey, 2003; Gondim, *et al.*, 2004; Moore *et al.*, 2005).

La presencia de *Neospora* ha sido confirmada por la infección experimental en vacas gestantes, observándose abortos y muerte fetal. También se ha demostrado que durante el nacimiento los becerros adquieren el parásito al momento del parto (Barr, *et al.*, 1995); se ha asociado a las patologías causantes de abortos en bovinos entre el cuarto y el séptimo mes de gestación, sin presencia de signos clínicos previos. Así mismo, se ha visto que causa el nacimiento de becerros débiles que pueden presentar parálisis parcial, ataxia, disfunciones cerebrales y problemas vestibulares por la encefalomiелitis que la caracteriza. Estas alteraciones se traducen en terneros con problemas cerebrales, no se incorporan, pierden el reflejo de succión y el instinto de orientación en la búsqueda de la ubre. También pueden nacer con la flexión o extensión permanente de los miembros anteriores o pueden nacer infectados pero clínicamente normales (Dubey, 2003; Moore *et al.*, 2005).

El diagnóstico de *Neospora caninum*, para estudios epidemiológicos en los bovinos, se basa en el análisis del suero sanguíneo para detectar la presencia de anticuerpos específicos, la técnica más usada es la ELISA.

En varios países se han reportado prevalencias de neosporosis en hatos lecheros que van de 4.9 % a 65 %, encontrándose una asociación entre riesgo de aborto con seropositividad (Dubey, 2003).

En México, la prevalencia general de neosporosis bovina reportada mediante serología va de 42 a 72 % en ganado lechero, a nivel hato el rango de prevalencias va de 10 a 100 % (Morales, *et al.*, 2001; García-Vázquez *et al.*, 2002, 2005).

La identificación de los factores de riesgo que intervienen en la infección de hatos bovinos por *Neospora caninum*, tiene importancia para el desarrollo de programas para el control y prevención de la enfermedad.

### **Objetivo**

El objetivo del estudio fue determinar la prevalencia de anticuerpos contra *Neospora caninum* e identificar los principales factores de riesgo en vacas de ordeña del estado de Chiapas.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

**Diseño del estudio.** Se realizó un estudio epidemiológico de tipo transversal.

**Sitio de estudio.** El estudio se realizó en hatos de ordeña del estado de Chiapas, en los municipios de mayor producción de leche de acuerdo a los reportes de INEGI, en la región Norte (en los municipios de Ixtacomitán, Ixtapangajoyá, Ostucán, Pichucalco y Reforma); en la región centro (Tecpatán); en la región Frailesca (Villaflora, Villa Corzo y La Concordia) y en la región Istmo-Costa (Tonalá y Pijijiapan).

**Tamaño de muestra.** El tamaño de la muestra fue por conveniencia y de acuerdo a la seroprevalencia de la neosporosis a nivel nacional. Se muestreó un total de 611 vacas de 29 ranchos de 11 municipios del estado de Chiapas.

**Unidad de análisis.** La unidad de análisis fue el bovino.

**Toma de muestra.** En cada explotación seleccionada, se realizó el muestreo al azar, de cada animal se obtuvo 7 ml de sangre por punción de la vena coccígea, utilizando tubos y agujas vacutainer estériles e identificando cada muestra.

**Procesamiento de muestras.** Las muestras de sangre se centrifugaron a 5,000 rpm durante 15 minutos y el suero sanguíneo se depositó en viales de plástico de 1.5 ml, previamente identificados, los cuales se congelaron a menos 20 °C y se enviaron en refrigeración al laboratorio del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Parasitología Veterinaria del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (CENID-PAVET-INIFAP), localizado en Jiutepec, Morelos, en donde se realizó la prueba de diagnóstico.



**Prueba de diagnóstico.** Para la detección de anticuerpos IgG anti-*Neospora* se utilizó la prueba de ELISA, empleando un kit comercial (IDEXX Laboratorios). Las muestras se trabajaron y clasificaron de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

**Obtención de información.** En cada una de las explotaciones muestreadas se aplicó un cuestionario estructurado con preguntas cerradas y abiertas para recabar información sobre el rancho, tamaño del hato, manejo zootécnico, manejo sanitario, eventos reproductivos, manejo de placentas y productos abortados, tipo de alimentación, fuente del agua y presencia de hospederos. También se levantó una cédula individual por cada animal muestreado donde se incluyó la identificación del animal, raza, sexo, edad, número de parto, número de aborto, causa del aborto, tiempo de ocurrencia del aborto, enfermedades padecidas, producción láctea y tipo de empadre.

**Análisis de datos.** La información obtenida de las encuestas y los resultados del laboratorio se capturó en una base de datos creada en el programa FoxPro 9.0. La base se transformó del formato DBF al formato estadístico DTA, mediante el programa DBMSCOPY. El análisis estadístico se realizó en el programa StataSE 10 (Statistics Data Analysis). Se realizó un análisis descriptivo, se aplicó la prueba de Chi<sup>2</sup> de Pearson a un nivel de confianza del 95 %. Se determinó la prevalencia global de la neosporosis y la prevalencia específica para cada variable estudiada. Los factores de riesgo se determinaron por medio de regresión logística múltiple, mediante la razón de momios (odds ratio= RM), con sus respectivos intervalos de confianza al 95 % (IC95 %).

## RESULTADOS

El promedio de la población bovina fue de 204±166 cabezas, con mínimo de 40 y un máximo de 1000 animales, de la raza Pardo suizo (10.2 %), cebú (6.9 %), cruza de Pardo Suizo por Cebú (51 %), Simmental por cebú (6.6 %), Holstein por cebú (24.3 %) y el 1 % pertenecían a otras razas y cruza. Los animales se alimentaban en pastoreo directo en el 49 % de las explotaciones y pastoreo más suplemento en el 51 %. El promedio de edad de los animales muestreados fue de 75±45 meses, con un mínimo de 5 y un máximo de 220. El promedio de producción de leche por día por vaca fue de 7.5±3.9 con un mínimo de 3 y un máximo de 38 litros; en el 57 % de los ranchos se realiza la ordeña manual y en el 43 % en forma mecánica. El 55 % de las explotaciones mantenía uno o más perros, los que tenían contacto habitual con las bovinos y con las fuentes de alimentación; en el 57 % hay abortos y el 76.7 % tiene problemas de infertilidad.

De las 611 muestras de suero sanguíneo de vacas de ordeña del estado de Chiapas, se encontró una prevalencia global del 29.3 % de anticuerpos contra *Neospora caninum*. Por región la prevalencia fue de 41.89 % para el Norte, 26.53 % para el Istmo-Costa, 25.32 % para el Centro y 23.94 % para la Frailesca. En todos los municipios estudiados se encontraron animales seropositivos a neosporosis, la seroprevalencia más alta se encontró en el municipio de Ixtacomitán de la región Norte con el 83.33 % de positivos y la más baja en el municipio de La Concordia de la región Frailesca con el 20.41 %,  $p=0.000$  (Cuadro 1).



Cuadro 1. Prevalencia de anticuerpos contra *Neospora caninum* en vacas de ordeña en el estado de Chiapas

Región/Municipio	No. de muestras analizadas	No. de positivas*	Prevalencia (%)
Norte	148	62	41.89
Ixtacomitán	12	10	83.33
Ixtapangajoya	24	8	33.33
Ostuacán	49	23	46.94
Pichucalco	51	18	35.29
Reforma	12	3	25.00
Centro	79	20	25.32
Tecpatán	79	20	25.32
Frailesca	188	45	23.94
La Concordia	49	10	20.41
Villaflores	90	23	25.56
Villa Corzo	49	12	24.49
Istmo-Costa	196	52	26.53
Pijijiapan	138	40	28.99
Tonalá	58	12	20.69
Total	611	179	29.30

\*Positivas a la prueba de ELISA (Kit comercial IDEXX-Laboratorios)  $X^2$  de Pearson  $p=0.000$

En el cuadro 2, se puede observar que de los 29 ranchos muestreados en 28 se encontraron animales positivos y la prevalencia varió de 0 % a 83.33 % encontrada en uno y dos ranchos respectivamente del norte del estado de Chiapas ( $p<0.012$ ).

Cuadro 2. Prevalencia de anticuerpos contra *Neospora caninum* en ranchos de ordeña en el estado de Chiapas

Región/Rancho	Muestras analizadas	Positivas*	Prevalencia (%)	Región/Rancho	Muestras analizadas	Positivas*	Prev. (%)
Norte	148	62	41.89	Centro	79	20	25.32
1	6	1	16.67	1	23	3	13.04
2	6	2	33.33	2	30	8	26.67
3	6	5	83.33	3	26	9	34.62
4	6	5	83.33	Frailesca	188	45	23.94
5	6	2	33.33	1	30	5	16.67
6	6	4	66.67	2	30	12	40.00
7	6	0	0.00	3	30	6	20.00
8	6	2	33.33	4	25	10	40.0
9	25	10	40.00	5	24	2	8.33
10	26	8	30.77	6	24	4	16.67
11	23	10	43.48	7	25	6	24.00
12	26	13	50.00				
Istmo-Costa	196	52	26.53				
1	35	12	34.29				
2	35	10	28.57				
3	34	10	29.41				
4	34	8	23.53				
5	19	4	21.05				
6	20	4	20.00				
7	19	4	21.05				
Total				4/29	611	179	29.30

\*Positivas a la prueba de ELISA (Kit comercial IDEXX-Laboratorios)  $X^2$  de Pearson  $p=0.012$

De acuerdo a las características estudiadas del rancho (Cuadro 3), en el tamaño del hato se encontraron seroprevalencias de anticuerpos contra *Neospora caninum* de 36.67 % en los hatos





menores de 100 bovinos, 55.56 % en los de 101 a 200 y 35.29 % en los de 201 o más cabezas, no se encontró diferencia estadística significativa ( $p>0.05$ ). En los ranchos que introducen animales de otras explotaciones se encontró una prevalencia de 28.95% y en los que no introducen 45.90 %, no fue estadísticamente significativa ( $p>0.05$ ). En los ranchos donde hay perros se encontró una prevalencia de neosporosis de 42.03% y en los que no hay 33.33 % ( $p=0.416$ ); la presencia de abortos y de infertilidad en las explotaciones no fue estadísticamente significativa con la seropositividad a neosporosis ( $p>0.05$ ).

Cuadro 3. Prevalencia de anticuerpos contra *Neospora caninum* en vacas de ordeña del estado de Chiapas. Según características del rancho

Característica	No. de muestras analizadas	No. de positivas*	Prevalencia (%)	p
Tamaño del hato (cabezas)				
≤ 100	30	11	36.67	0.298
101 - 200	18	10	55.56	
≥ 201	51	18	35.29	
Introduce animales				
Sí	38	11	28.95	0.093
No	61	28	45.90	
Presencia de perros				
Sí	69	29	42.03	0.416
No	30	10	33.33	
Aborto				
Sí	63	27	42.86	0.351
No	36	12	33.33	
Infertilidad				
Sí	43	21	48.84	0.187
No	30	10	33.33	

\*Positivas a la prueba de ELISA (Kit comercial IDEXX-Laboratorios) p= Valor de p

En cuanto a la seroprevalencia de neosporosis de acuerdo a las características del animal (Cuadro 4), por raza el rango de prevalencia fue de 25% en la Simmental por cebú, a 60% en la cebú, entre razas, no hubo diferencia estadística significativa ( $p>0.05$ ); al agrupar a los animales por edad, los de 36 meses o menos presentaron una seroprevalencia del 40% y los de 37 meses o más 39.33% ( $p=967$ ). Las vacas que producen 5 litros de leche o menos presentaron una prevalencia a *Neospora* del 48% y las que producen 6 litros o más 37.7% ( $p=0.378$ ).

El cuadro 5, muestra la prevalencia de anticuerpos contra *Neospora caninum* de acuerdo al manejo de los animales, observándose que cuando se alimentan en pastoreo directo en la pradera se tiene un 42.47% y cuando se alimentan de pastoreo más suplemento proporcionado en comederos se tiene un 30.77% ( $p=0.295$ ); cuándo se ordeña en forma manual se tiene un 38.81% de seropositividad a *Neospora* y cuando se realiza con ordeñadora mecánica un 40.63% ( $p=0.862$ ); cuándo las vacas se preñan con toro se tiene un 45.24% y cuando se usa inseminación artificial 35.09% ( $p=0.307$ ).

Cuadro 4. Prevalencia de anticuerpos contra *Neospora caninum* en vacas de ordeña del estado de Chiapas. Según características del animal

Característica	No. de muestras analizadas	No. de positivas*	Prevalencia (%)	p
Raza				
Pardo suizo	3	1	33.33	
Cebú	5	3	60.00	
Pardo suizo x cebú	57	25	43.86	0.561
Holstein x cebú	22	7	31.82	
Simmental x cebú	12	3	25.00	
Edad (meses)				
≤ 36	10	4	40.00	
≥ 37	89	35	39.33	0.967
Producción de leche (lt/día/vaca)				
≤ 5	25	12	48.00	0.378
≥ 6	61	23	37.70	

\*Positivas a la prueba de ELISA (Kit comercial IDEXX-Laboratorios) p= Valor de p

Cuadro 5. Prevalencia de anticuerpos contra *Neospora caninum* en vacas de ordeña del estado de Chiapas. De acuerdo al manejo.

Característica	No. de muestras analizadas	No. de positivas*	Prevalencia (%)	p
Alimentación				
Pastoreo directo	73	31	42.47	0.295
Pastoreo+Concentrado	26	8	30.77	
Ordeña				
Manual	67	26	38.81	0.862
Mecánica	32	13	40.63	
Empadre				
Con toro	42	19	45.24	
I.A.	57	20	35.09	0.307

\*Positivas a la prueba de ELISA (Kit comercial IDEXX-Laboratorios) p= Valor de p

El cuadro 6, muestra los factores asociados a la seropositividad a neosporosis en vacas de ordeña del estado de Chiapas, identificados mediante el modelo de regresión logística múltiple. Se encontró que las vacas de los ranchos donde hay presencia de perros tienen 1.12 veces más probabilidad de ser positivas a *Neospora caninum* que las vacas de los ranchos donde no hay perros, la asociación encontrada no fue estadísticamente significativa (RM = 1.12; IC95%: 0.37, 3.41). La asociación encontrada entre seropositividad y presencia de abortos no fue estadísticamente significativa (RM = 1.42; IC95%: 0.49, 4.13). Las vacas que conviven con otras especies pecuarias tienen 1.81 veces más probabilidad de presentar anticuerpos contra *Neospora* que las vacas que no conviven con otras especies. Las vacas de 37 o más meses de edad mostraron 1.21 veces más riesgo de ser positivas a *Neospora* que las de 36 meses o menos; sin embargo, la asociación encontrada no fue estadísticamente significativa (RM = 1.21; IC95%: 0.48, 3.05).



Cuadro 6. Principales factores asociados a la seropositividad a neosporosis en vacas de ordeña en el estado de Chiapas

VARIABLE	RM	IC95%
Presencia de perros (Sí : No)	1.12	0.37 , 3.41
Aborto (Sí : No)	1.42	0.49 , 4.13
Hato mixto (Sí : No)	1.81	0.76 , 4.32
Edad ( $\geq 37$ : $\leq 36$ )	1.21	0.48 , 3.05

RM= Razón de momios      IC95%= Intervalo de Confianza al 95%

## DISCUSIÓN

La prevalencia global de 29.3% encontrada en este estudio, se asemeja al 20.8% reportada por Montiel-Peña T., *et al.*, 2011, en ganado del norte de Veracruz; sin embargo, es inferior al 51.53% encontrada en ganado del estado de Tabasco con características y condiciones similares a las del estudio (Mejía y col., 2012) y a las prevalencias reportadas en varios estudios realizados en México en ganado bovino lechero especializado 59% en Aguascalientes (García-Vázquez *et al.*, 2002), al 42% reportada por García-Vázquez *et al.*, 2005 y al 72% en Coahuila y Querétaro (Morales *et al.* 2001).

La seropositividad a neosporosis en las diferentes características estudiadas, es menor a la encontrada en ganado del estado de Tabasco (Mejía y col., 2012) y a lo reportado en Venezuela en ganado bovino de doble propósito (Lista-Alves *et al.*, 2006).

La neosporosis bovina se encuentra ampliamente distribuida en los municipios muestreados, en todos se encontraron animales con anticuerpos contra *N. caninum*, y el 96.55% de los ranchos presentaron animales seropositivos; estos resultados sugieren que la neosporosis puede tener relevancia en los problemas reproductivos en los hatos de ordeña en el estado de Chiapas, particularmente en aquellos que han controlado otras enfermedades que causan estos problemas.

En este estudio no se encontró asociación estadística significativa entre las diferentes características estudiadas y la seropositividad a neosporosis; lo cual se puede deber al bajo número de muestras analizadas, pero por plausibilidad biológica hay que tenerlas en consideración.

## CONCLUSIÓN

Se concluye que existe una elevada seroprevalencia y una amplia distribución de anticuerpos contra *Neospora caninum* en vacas de ordeña en el estado de Chiapas.

## Agradecimientos

A los propietarios y trabajadores de los ranchos, y a todas las personas participantes en la investigación, por su invaluable colaboración.

Proyecto financiado por SAGARPA-COFUPRO-CONACYT 2010-144591



#### LITERATURA CITADA

- Barr BC, Rowe JD, Sverlow KW, BonDurant BH, Ardans AA, Oliver MN and Conrad PA. 1995. Experimental reproduction of bovine fetal *Neospora* infection and death with a bovine *Neospora* isolate. *J. Vet. Diagn. Invest.* 6: 207-215.
- Dubey JP. 2003. Review of *Neospora caninum* and neosporosis in animals. *Korean J Parasitol.* 41: 1-16.
- García VZ, Cruz VC, Medina EL, García TD, Chavarria MB. 2002. Serological survey of *Neospora caninum* infection in dairy cattle herds in Aguascalientes, Mexico. *Veterinary Parasitology.* 106: 115-120.
- García VZ, Rosário CR, Ramos AR, Cruz VC, Mapes SG. 2005. *Neospora caninum* seropositivity and association with abortion in dairy cows in Mexico. *Vet. Parasitol.* 134: 61-65.
- Gondim LFP, McAllister MM, Pitt WC and Zemlicka DE. 2004. Coyotes (*Canis latrans*) are definitive hosts of *Neospora caninum*. *Int. J. Parasitol.*, 34: 159-161.
- Hernández J, Risco C, Donovan A. 2001. Association Between exposure to *Neospora caninum* and milk Production in dairy cows. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 219 (5): 632-635.
- Lista AD, Palomares NR, García F, Obando C, Arrieta D, and Hoet AE. 2006. Serological evidence of *Neospora caninum* in dual-purpose cattle herds in Venezuela. *Vet. Parasitol.* 136: 347-349.
- Mejía EF, Morales AJF, Córdova LD y Díaz AE. 2012. Epidemiología de la neosporosis en bovinos de doble propósito de la región Chontalpa y Sierra de Tabasco. I Simp. Inter. Prod. Agroalimen. Trop. y XXIV Reunión Cient-Tec Forestal y Agropec. Tabasco 2012. Cárdenas, Tab. Pág. 203-212.
- Montiel PT, Romero SD, García VZ, Medina EL y Cruz VC. 2011. Neosporosis bovina en ranchos ganaderos de la zona norte del estado de Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, vol. 13, núm. 3, 2011, pp. 469-479.
- Moore DP, Odeón AC, Venturini MC, Campero CM. 2005. Neosporosis bovina: Conceptos generales, inmunidad y perspectivas para la vacunación. *Rev. Arg. de Microbiol.* 37: 217-228.
- Morales SE, Trigo FJ, Ibarra F, Puente E, Santacruz M. 2001. Seroprevalence study of bovine neosporosis in Mexico. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation.* 13: 413-415.



## ANÁLISIS PRODUCTIVO DEL GANADO DE UN MÓDULO DE VALIDACIÓN DE TECNOLOGÍA DE DOBLE PROPÓSITO EN CLIMA SUBTROPICAL HÚMEDO Af(c)

Calderón Ch. R.<sup>1\*</sup>, Rios U. A.<sup>2</sup>, Calderón R. R. C.<sup>3</sup>, Lagunes L. J.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana; <sup>2</sup>Campo Experimental La Posta, CIR Golfo Centro (INIFAP); <sup>3</sup>Campo Experimental San Martinito, CIR Golfo Centro (INIFAP); <sup>4</sup>Práctica privada

T-53

### RESUMEN

El objetivo fue determinar el comportamiento productivo de una unidad de doble propósito, donde se adoptó la tecnología generada en la unidad de producción “La Doña” del S.E. Las Margaritas (INIFAP). Se analizó la información productiva generada de Julio de 2008 a Abril de 2014, en el módulo de validación El Paraíso, del Municipio de Ayotoxco de Guerrero, Pue., a 240 msnm, su clima es subtropical húmedo, con temperatura media de 23 °C y 2200 mm de precipitación pluvial. La unidad de tiene 81.7 ha, establecidas con pasto insurgente (*Brachiaria brizantha*). En 3 ha se cultiva caña japonesa (*Saccharum sinense*). Durante el último año se manejaron en promedio mensual 161 animales híbridos Holstein x Cebú y Suizo Americano x Cebú, siendo 49 vacas en producción, 41 vacas secas y vaquillas, 24 becerras y 47 crías. Las vacas se encontraban en pastoreo rotacional intensivo. Cada una recibió diariamente 2 kg de concentrado (16% PC) en cada ordeño. El ordeño fue mecánico, dos veces al día con apoyo del becerro. Las variables analizadas fueron: producción por lactancia (PL), producción por día en lactancia (PDL), duración de la lactancia (DL) y producción por día interparto (PDI) fueron analizadas con el procedimiento GLM del programa SAS. Los efectos fijos que se incluyeron en el modelo fueron: año de parto (AP), época de parto (EP) y número de lactancia (NL). AP afectó ( $P < 0.001$ ) PL y DL. La EP tuvo efecto ( $P < 0.05$ ) sobre PL y PDL. El NL afectó PDL y PDI. No hubo otro efecto ( $P > 0.05$ ) sobre el resto de las variables. El valor promedio en kg para PL, PDL, PDI fue: 2904.6, 8.6 y 6.6, respectivamente, y en días para DL fue 340.4. La época de parto que tuvo la mejor PL y PDL fue la de Nortes. Las vacas de primera lactancia presentaron la PL y PDI más bajas, en comparación con las de segundo y tercer parto.

**Palabras clave:** Adopción de tecnología, pastoreo rotacional intensivo, producción por lactancia.

### INTRODUCCIÓN

Debido a la insuficiencia en el abasto interno de leche y a la creciente demanda de este producto por la población mexicana es necesario buscar alternativas para incrementar el volumen de leche producido. Una alternativa es la producción de leche utilizando animales *Bos indicus* (Brahman, Gyr, Nelore) en cruzamiento con razas lecheras *Bos taurus* (Holstein, Suizo Pardo, Jersey) en los trópicos nacionales. La ventaja de esos grupos raciales (*Bos taurus x Bos indicus*) ha sido confirmada en varios estudios previos realizados en México y en el mundo (Vite *et al.*, 2007). Las innovaciones tecnológicas juegan un papel central para hacer un uso más intensivo de los recursos y no hay duda de que inicialmente los conocimientos ya existentes pueden ayudar a impulsar la producción y la productividad rápidamente, pero un sostenido crecimiento solo se dará cuando este proceso innovador se convierta en la cotidianidad. Infortunadamente, dada la desatención que el sector agropecuario en general ha sufrido, existe un alejamiento serio entre los centros de investigación e innovación y las necesidades de los productores, en especial aquellos de naturaleza pequeña (García, 2011). Los sistemas bovinos de Doble Propósito se desarrollan principalmente en las regiones tropicales con niveles de tecnificación bajos, por lo cual se han destinado recursos públicos para mejorar su productividad mediante la adopción de prácticas tecnológicas que incluyen el uso de razas mejoradas, manejo de forrajes, prácticas

sanitarias, reproductivas y administrativas. En ranchos donde se han adoptado estas prácticas se han observado incrementos en los niveles de producción (Espinosa y Wiggins, 2003). Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento productivo de un módulo de validación de tecnología con ganado bovino de doble propósito, bajo condiciones de clima subtropical húmedo en el periodo 2008-2013.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Localización**

El rancho donde se estableció el módulo de validación de tecnología de Doble Propósito “El Paraíso de Ayotoxco” se localiza a una altitud de 240 msnm, en el kilómetro 1 de la carretera Ayotoxco-Mazatepec, en el municipio de Ayotoxco de Guerrero, enclavado en la Sierra Oriente de Puebla. El clima de la región es subtropical húmedo Af(c), con temperatura media anual de 23 °C y precipitación pluvial media anual de 2,200 a 2,500 mm y humedad relativa del 80% (García, 1988). Existen tres épocas estacionales bien definidas: la de lluvias, que va de junio a octubre y se identifica por lluvias torrenciales; la de nortes, que se extiende de noviembre a marzo y se caracteriza por lloviznas y descenso de temperatura; y la de secas, en abril y mayo, que se presenta con lluvias aisladas y elevación de temperatura.

### **Manejo**

Las hembras (vaquillas, vacas secas, gestantes y en producción) se mantuvieron en pastoreo rotacional intensivo de pasto insurgente (*Brachiaria brizantha*). En la época crítica, a cada hembra se le proporcionó diariamente de 15 a 20 kilogramos de caña japonesa (*Saccharum sinense*) fresca y picada. Además, a las vacas en producción se les suministraron 2 kg de concentrado (16 % PC y 70 % TND) durante cada ordeño. Todas las hembras recibieron una mezcla de minerales y agua a libertad. El secado se realizó administrando 500,000 UI de penicilina en cada cuarto, aplicando inmediatamente después un sellador de tetas.

Las vacas ingresaron al ordeño cuatro días después del parto, una vez que se comprobó que ya no producían calostro. El ordeño fue de forma mecánica con "apoyo" del becerro. Sólo se ordeñaron tres tetas, dejando una teta para la cría hasta que ésta pesó 100 kg. La cría se utilizó para estimular la eyección de leche hasta que cumplió 11.5 meses de edad, momento en que se destetó. El ordeño se efectuó dos veces al día, en forma mecánica, utilizando un equipo de dos plazas con motor eléctrico y(o) de gasolina.

El manejo reproductivo de las vacas consistió en empadre continuo con monta controlada. La detección de calores se efectuó durante la ordeña. Para determinar la condición útero-ovárica de las vacas en ordeña, las secas, las gestantes y las vaquillas en manejo reproductivo, se revisaron por palpación rectal cada tres meses. Las vaquillas en manejo reproductivo también se sometieron a empadre continuo, pero sin detección de celos.

### **Características estudiadas**

Las características que se estudiaron fueron: producción total de leche (PTL), producción de leche diaria (PLD), producción de leche por día interparto (PLDI), duración de la lactancia (DL).

### **Análisis estadísticos**

Las características fueron analizadas con el procedimiento GLM del programa SAS. Los efectos fijos que se incluyeron en el modelo final son: año de parto, época de parto y número de lactancia.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el Cuadro 1 se muestran los niveles de probabilidad o significancia de los efectos año de parto, época de parto y número de lactancia por característica de producción de leche. El año



de parto afectó significativamente a PTL ( $P=0.0021$ ) y DL ( $P=0.0003$ ). La época de parto no tuvo efecto significativo ( $P>0.05$ ) sobre PLDI ni DL, pero si resultó significativa para PTL ( $P=0.0491$ ) y PLD ( $P=0.0163$ ). Por último, el número de parto resultó significativo para PLD ( $P<0.0001$ ) y PLDI ( $P=0.0034$ ).

Cuadro 1. Niveles de probabilidad o significancia de los efectos año de parto, época de parto y número de parto para características de producción de leche.

	Característica <sup>a</sup>			
	PTL	PLD	PLDI	DL
Año de parto	0.0021	0.7424	0.7440	0.0003
Época de parto	0.0491	0.0163	0.5479	0.4354
Número de parto	0.1219	<.0001	0.0034	0.2365

<sup>a</sup>DL= Duración de la lactancia, PLDI= Producción de leche por día interparto, PLD= Producción de leche diaria, PTL= Producción total de leche.

Las medias de cuadrados mínimos y sus errores estándar para las características de producción de leche, por año de parto se muestran en el Cuadro 2. Las medias generales de PTL, PLD, PLDI y DL fueron de 2869.81 kg, 8.53 kg, 6.61 kg y 331.75 días, respectivamente. Estas medias son prácticamente iguales a los que obtuvieron Rosete *et al.* (2004) con vacas  $\frac{3}{4}$  Holstein x  $\frac{1}{4}$  Cebú. Por el contrario, las medias ajustadas de PTL y DL obtenidas en el presente estudio son 900 kg y 50 días mayores, respectivamente, que las medias obtenidas por Hernández-Reyes *et al.* (2000) en un sistema de Doble Propósito típico de Yucatán. Esto se puede explicar por el manejo que se aplica en los sistemas típicos de Yucatán, en los que se ordeña una vez al día, ya que está comprobado que más de un ordeño al día beneficia la producción diaria de leche. Similarmente, los valores de DL, PTL y PLD obtenidos en el presente trabajo son superiores a los reportados por Simón y López (2009), lo que pudo deberse a que las vacas de este estudio no fueron suplementadas con concentrado, lo que posiblemente causó que no obtuvieran una mayor producción de leche en la lactancia. Al comparar los resultados de este trabajo con los de Teyer *et al.* (2009) también resultaron superiores, a excepción del genotipo Holstein puro, el cual es un alto productor de leche, que produjo más de 100 kg de leche por lactancia en casi el mismo tiempo. Por el contrario, Vite *et al.* (2007) encontraron mayores PTL, DL, PLD y PLDI que las encontradas en el módulo de validación "El Paraíso". Obtuvieron por lo menos 650 kg más leche por lactancia en un tiempo similar. Adicionalmente, estos autores encontraron que las vacas tuvieron más de 3.5 kg de leche por día interparto.

Cuadro 2. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar para características de producción de leche por año de parto.

Año	Característica <sup>d</sup>			
	PTL (kg)	PLD (kg)	PLDI (kg)	DL (días)
2008	2940.53 ± 308.55 <sup>a</sup>	8.16 ± 0.50 <sup>a</sup>	6.20 ± 0.56 <sup>a</sup>	339.95 ± 27.42 <sup>ab</sup>
2009	3116.88 ± 214.78 <sup>a</sup>	8.72 ± 0.35 <sup>a</sup>	6.61 ± 0.39 <sup>a</sup>	357.36 ± 19.10 <sup>ab</sup>
2010	3207.97 ± 142.79 <sup>a</sup>	8.72 ± 0.23 <sup>a</sup>	6.99 ± 0.28 <sup>a</sup>	366.89 ± 12.93 <sup>a</sup>
2011	2997.08 ± 146.50 <sup>a</sup>	8.75 ± 0.24 <sup>a</sup>	6.51 ± 0.29 <sup>a</sup>	343.35 ± 13.26 <sup>ab</sup>
2012	2808.89 ± 146.85 <sup>a</sup>	8.65 ± 0.24 <sup>a</sup>	6.82 ± 0.32 <sup>a</sup>	322.34 ± 13.30 <sup>b</sup>
2013	2147.56 ± 214.89 <sup>b</sup>	8.22 ± 0.35 <sup>a</sup>	6.56 ± 1.10 <sup>a</sup>	260.65 ± 19.46 <sup>c</sup>
Media general	2869.8	8.53	6.61	331.75

<sup>a,b,c</sup>Medias con literal diferente por característica son estadísticamente diferentes ( $P<0.05$ ).

<sup>d</sup>DL= Duración de la lactancia, PLDI= Producción de leche por día interparto, PLD= Producción de leche diaria, PTL= Producción total de leche.

### Efecto de la época de parto

En el Cuadro 3 se presentan las medias de cuadrados mínimos y sus errores estándar para las características de producción de leche, por época de parto. Las vacas que parieron en la época

de nortes presentaron una mayor ( $P < 0.05$ ) PTL (3,056.05 kg) que las que parieron en la época de lluvias (2,663.97 kg) y secas (2,889.43 kg). Las vacas que parieron en las épocas de lluvias y secas tuvieron PTL similares. Esto coincide con lo reportado por Ríos-Utrera *et al.* (2013) en un sistema de lechería tropical especializada de la misma región, indicando que las vacas paridas en la época de nortes produjeron mas leche que las que parieron en las épocas de secas y lluvias. Las vacas que parieron en la época de secas tuvieron PLD similar (8.69 kg) a las que parieron en las épocas de nortes (8.83 kg) y lluvias (8.08 kg). Por el contrario, Hernández-Reyes *et al.* (2000), López *et al.* (2009) y Vite *et al.* (2007) no encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre épocas en la producción de leche.

Cuadro 3. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar para características de producción de leche, por época de parto.

Época de parto	PTL (kg)	Característica <sup>c</sup>		
		PLD (kg)	PLDI (kg)	DL (días)
Lluvias	2663.97 ± 126.50 <sup>b</sup>	8.08 ± 0.21 <sup>b</sup>	6.39 ± 0.30 <sup>a</sup>	328.06 ± 11.45 <sup>a</sup>
Nortes	3056.05 ± 113.43 <sup>a</sup>	8.83 ± 0.18 <sup>a</sup>	6.72 ± 0.26 <sup>a</sup>	342.70 ± 10.27 <sup>a</sup>
Secas	2889.43 ± 163.81 <sup>b</sup>	8.69 ± 0.27 <sup>ab</sup>	6.74 ± 0.39 <sup>a</sup>	324.51 ± 14.83 <sup>a</sup>
Media general	2869.8	8.53	6.61	331.75

<sup>a,b</sup>Medias con literal diferente por característica son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

<sup>c</sup>DL= Duración de la lactancia, PLDI= Producción de leche por día interparto, PLD= Producción de leche diaria, PTL= Producción total de leche.

#### Efecto del número de lactancia

En el Cuadro 4 se presentan las medias de cuadrados mínimos y sus errores estándar para las características de producción de leche, por número de lactancia. Para PLD y PLDI, las vacas de segundo y tercer parto fueron similares ( $P > 0.05$ ), pero superaron ( $P < 0.05$ ) a las de primer parto. El número de lactancia no afectó estadísticamente ( $P > 0.05$ ) PTL y DL.

Cuadro 4. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar para las características de producción de leche por número de lactancia.

No. de lactancia	PTL (Kg)	Característica <sup>c</sup>		
		PLD (Kg)	PLDI (Kg)	DL (Días)
1	2663.95 ± 107.92 <sup>a</sup>	7.59 ± 0.17 <sup>b</sup>	5.92 ± 0.28 <sup>b</sup>	347.06 ± 09.77 <sup>a</sup>
2	2939.67 ± 140.34 <sup>a</sup>	8.89 ± 0.23 <sup>a</sup>	7.12 ± 0.35 <sup>a</sup>	323.28 ± 12.71 <sup>a</sup>
3	3005.83 ± 154.09 <sup>a</sup>	9.13 ± 0.25 <sup>a</sup>	6.80 ± 0.35 <sup>a</sup>	324.93 ± 13.95 <sup>a</sup>
Media general	2869.8	8.53	6.61	331.75

<sup>a,b</sup>Medias con literal diferente por característica son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

<sup>c</sup>DL= Duración de la lactancia, PLDI= Producción de leche por día interparto, PLD= Producción de leche diaria, PTL= Producción total de leche.

#### CONCLUSIONES

El año de parto afectó significativamente PTL y DL, existiendo en ambos casos una disminución significativa ( $P < 0.05$ ) en el año 2013. La mejor época de partos para producir leche fue la de nortes, superando a la de secas y lluvias. El efecto del número de lactancia indica que las vacas de primera lactancia tuvieron una menor PLD y PLDI que las de 2 y 3 lactancias. Las medias generales de PTL, PLD, PLDI y DL del módulo de validación “El Paraíso” fueron: 2869.8 kg, 8.53 kg, 6.61 kg y 331.75 días, los cuales se consideran aceptables bajo condiciones de clima tropical.

#### LITERATURA CITADA

Espinosa, J. A., y Wiggins, S. 2003. Beneficios económicos potenciales de tecnología. Técnica Pecuaria en México. 41(1): 19-36.





- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- García, M. W. 2011. Definiendo una agenda común para fortalecer la contribución de la ganadería al combate a la pobreza en América Latina y el Caribe. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. 19(3-4): 50-54.
- Hernández-Reyes, E., Segura-Correa, V. M., Segura-Correa, J. C., y Osorio-Arce, M. M. 2000. Intervalo entre partos, duración de la lactancia y producción de leche en un hato de Doble Propósito en Yucatán, México. *Agrociencia*. 34(6): 699-705.
- López, R. O., García, R. C., García, J. G., y Ramírez, R. V. 2009. Producción de leche de vacas con diferente porcentaje de genes *Bos taurus* en el trópico mexicano. *Técnica Pecuaria en México*. 47(4): 435-448.
- Ríos-Utrera, Á., Calderón-Robles, R. C., Galavíz-Rodríguez, J. R., Vega-Murillo, V. E., y Lagunes-Lagunes, J. 2013. Effects of breed, calving season and parity on milk yield, body weight and efficiency of dairy cows under subtropical conditions. *International Journal of Animal and Veterinary Advances*. 5(6): 226-232.
- Rosete, J. V., Calderón, R. C., Galavíz, J. R., Bonilla, G., y Ramírez, M. 2004. Manejo productivo y reproductivo de las vacas. págs. 57-74. INIFAP. En manejo integral de la unidad de producción bovina de Doble Propósito "La Doña". Libro Técnico Núm. 1. Hueytamalco, Puebla.
- Simón, L., y López, O. 2009. Comportamiento lechero de genotipos Holstein x Cebú en silvopastoreo. *Pastos y Forrajes*. 32(3): 1-10.
- Teyer, R., Magaña, J., Santos, J., y Aguilar, C. 2009. Comportamiento productivo y reproductivo de vacas de tres grupos genéticos en un hato de Doble Propósito en el sureste de México. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 37(4): 363-370.
- Vite, C., López, R., García, J. G., Ramírez, R., Ruiz, A., y López, R. 2007. Producción de leche y comportamiento reproductivo de vacas de Doble Propósito que consumen forrajes tropicales y concentrados. *Veterinaria México*. 38(1): 63-79.



## INFLUENCIA DEL NÚMERO Y TIPO DE PARTO SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE OVEJAS BLACKBELLY X PELIBUEY

García-Orsorio I del C.<sup>1\*</sup>, Oliva-Hernández J.<sup>2,3</sup>, Osorio-Arce M. M.<sup>1</sup>, Torres-Hernández G.<sup>4</sup>,  
Hinojosa-Cuéllar J. A.<sup>3</sup>, González-Garduño R.<sup>5</sup>.

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, <sup>3</sup>Universidad Popular de la Chontalpa, <sup>4</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, <sup>5</sup>URUSSE-Universidad Autónoma Chapingo. E-mail: [irma.garcia@colpos.mx](mailto:irma.garcia@colpos.mx).

T-55

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia del tipo de parto (TP) y número de parto (NP) de las ovejas sobre sus cambios de peso y la de sus camadas. Se utilizaron 25 ovejas Blackbelly x Pelibuey y sus corderos. Se utilizó un diseño factorial 2 x 2, en donde el primer factor fue el TP (sencillo vs múltiple) y el segundo factor fue el NP de la oveja (primípara vs múltipara). La unidad experimental fue la camada o la oveja. Los datos de pesos se analizaron con el procedimiento GLM y los de condición corporal con el test de la suma de rangos de Wilcoxon para datos no pareados. El TP de las ovejas afectó ( $P < 0.05$ ) su peso vivo al parto y a los 56 días de lactancia. El cambio de peso y el cambio de peso diario (CPD) de las ovejas durante la lactancia fue afectado por el TP ( $P < 0.05$ ) y por el NP ( $P < 0.01$ ). La condición corporal no fue afectada por ninguno de los factores estudiados. El peso de la camada al nacimiento y al destete y la eficiencia productiva de las ovejas fueron afectados ( $P < 0.01$ ) por el TP. Se concluye que las ovejas con parto múltiple muestran mayor cambio de peso negativo durante la lactancia con respecto a las hembras con parto sencillo. Las ovejas múltiparas muestran un mayor cambio de peso negativo durante la lactancia con respecto a las primíparas.

**Palabras clave:** eficiencia, camada, trópico húmedo, oveja de pelo.

### INTRODUCCIÓN

La productividad de las ovejas de pelo en lactación (medida a través del número y peso individual de sus crías al destete) resulta afectada por el número de parto (NP) y tipo de parto (TP) (Carrillo *et al.*, 1987; Hinojosa-Cuéllar *et al.*, 2009). Sin embargo, existen pocos estudios realizados en ovejas de pelo en regiones con clima cálido húmedo (Acosta-Morales, 2010; Morales-Carillo *et al.*, 2013) en donde se evalúen los cambios de peso de las ovejas y sus camadas como indicadores de la productividad durante la lactancia. Este tipo de conocimiento se requiere generar y pudiera ser de utilidad para modificar y/o proponer estrategias de alimentación orientadas a maximizar la eficiencia productiva de las ovejas en lactación. Con base en lo planteado previamente, el objetivo del presente estudio fue evaluar la influencia del tipo y número de parto de ovejas Blackbelly x Pelibuey sobre sus cambios de peso y la de sus camadas.

### MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización y características del área de estudio.** El experimento se realizó en la unidad ovina del Campo Experimental Huimanguillo, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, la cual se localiza en Huimanguillo, Tabasco (17° 50' LN, 93° 23' LO), en donde el clima es cálido húmedo con lluvias todo el año (Af) y la temperatura ambiente media anual de 27.8°C (INEGI, 2007).

**Animales.** Se estudiaron 25 ovejas Blackbelly x Pelibuey (primíparas= 12 y múltiparas= 13) y sus corderos.

**Diseño experimental.** Para evaluar los cambios en el peso de las ovejas y de sus camadas se utilizó un diseño factorial 2 x 2, en donde el primer factor fue el TP (sencillo vs múltiple) y el segundo factor fue el NP de la oveja (primípara vs múltipara). En el TP múltiple se incluyó una oveja que al parto y al destete tuvo tres corderos. La unidad experimental fue la camada o la oveja.

**Alimentación.** Las ovejas se mantuvieron en pastoreo y se suplementaron con un alimento comercial (15% de PC). Durante 30 días previos al parto y durante la etapa de lactación (56 días), las ovejas recibieron 300 y 500 g/oveja/d de alimento comercial, respectivamente, el cual se ofreció en grupo.

El pastoreo tuvo una duración promedio de 10 horas por día (8:00 a 18:00 h) y fue de tipo rotacional (en promedio los períodos de ocupación fueron de tres días en cada una de las divisiones por 25 días de descanso). Para ello se utilizaron praderas de *Cynodon plectostachyus*. En las secciones de pastoreo las ovejas tuvieron áreas con sombra natural proporcionada por árboles de Moté (*Erythrina americana*).

Los corderos permanecieron estabulados durante la etapa de lactación y se alimentaron de leche materna (amamantamiento controlado), complemento alimenticio (18% PC) de tipo comercial (se ofreció a partir del día cinco de edad) y heno de *C. plectostachyus* y *Gliricidia sepium* a libre acceso (a partir de los 15 días de edad). El control del acceso al amamantamiento se aplicó a partir de la segunda semana de vida y consistió en restringir el acceso del cordero a la leche materna durante seis horas (8:00 a 14:00 h) durante tres semanas, posteriormente se incrementó a 10 horas (8:00 a 18:00 h) hasta concluir la lactancia.

**Alojamiento.** Finalizado el período de pastoreo, las ovejas fueron alojadas en forma grupal junto con las crías en un corral, en el cual las ovejas tuvieron sal mineral a libre acceso.

**Medicina preventiva.** A los corderos recién nacidos se les aplicó una solución de azul de metileno en el ombligo y se verificó que ingirieran calostro.

**VARIABLES A EVALUAR.** *Peso vivo y condición corporal al parto y a los 56 días de lactancia de las ovejas.* Las ovejas se pesaron al parto y al día 56 postparto, de manera simultánea se evaluó la condición corporal, para lo cual se utilizaron cinco escalas de medición: uno correspondió a un animal emaciado (muy flaco), dos= flaco, tres= regular, cuatro= bueno, cinco= muy bueno (Thompson y Meyer, 1994).

*Cambio de peso de la oveja entre el parto y los 56 días de lactancia.* Se calculó la diferencia entre el peso vivo final e inicial.

*Cambio de peso diario.* Correspondió a la diferencia entre el peso vivo final y el peso vivo inicial dividido entre el intervalo entre pesajes (peso final-peso inicial/56).

*Peso de la camada al nacimiento y al destete.* Las crías que conformaron una camada se pesaron al nacimiento y al destete.

*Eficiencia de producción de la oveja:* Se evaluó a través de la relación peso de la camada al destete, en kg/peso de la oveja al destete, en kg.

**Análisis estadístico.** Los datos de peso vivo se analizaron utilizando el procedimiento GLM. Mientras que los datos de condición corporal se analizaron con el test de la suma de rangos de Wilcoxon para datos no pareados (Milton y Tsokos, 1987; SAS, 1999).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El TP de las ovejas afectó ( $P < 0.05$ ) el peso al parto y a los 56 días de lactancia. Sin embargo, el NP solo influyó ( $P < 0.05$ ) el peso al parto. La interacción TP x NP no resultó significativa ( $P > 0.05$ )

para ninguna de las variables evaluadas. Las ovejas con TP múltiple resultaron más pesadas al parto que las ovejas con un TP sencillo (Cuadro 1). Este comportamiento fue similar en ovejas multíparas, las cuales resultaron con mayor peso al parto en comparación con las ovejas primíparas (Cuadro 2).

Morales-Carrillo *et al.* (2013), indican que el peso de las ovejas a los 56 días de lactancia es influido por el TP, siendo más pesadas las hembras que tienen un TP múltiple ( $36.7 \pm 1.5$ ) en comparación con las de TP sencillo ( $31.7 \pm 1.3$ ), lo que concuerda con lo obtenido en el presente estudio (Cuadro 1). Por otra parte, Acosta-Morales (2010) no encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) para el peso al parto y a los 56 días de lactancia en ovejas Blackbelly x Pelibuey con TP sencillo o múltiple.

Cuadro 1. Influencia del tipo de parto sobre la eficiencia productiva de ovejas Blackbelly x Pelibuey.

Variables	Tipo de parto	
	Sencillo	Múltiple
Peso al parto, en kg	$31.9 \pm 1.62^{1, c}$	$37.7 \pm 1.54^d$
Peso a los 56 días <sup>2</sup> , en kg	$30.0 \pm 1.16^c$	$33.4 \pm 1.11^d$
CPD, en g	$-33 \pm 13^c$	$-77 \pm 13^d$
Cambio de peso <sup>3</sup> , en kg	$-1.9 \pm 0.75^c$	$-4.3 \pm 0.71^d$
Condición corporal al parto	$3.5 \pm 0.19$	$3.5 \pm 0.18$
Condición corporal a los 56 días <sup>2</sup>	$2.6 \pm 0.15$	$2.5 \pm 0.22$
Peso de la camada al nacimiento, en kg	$2.9 \pm 0.29^a$	$5.7 \pm 0.28^b$
Peso de la camada al destete, en kg	$11.9 \pm 1.01^a$	$21.4 \pm 0.96^b$
Eficiencia productiva de la oveja <sup>4</sup>	$0.39 \pm 0.02^a$	$0.64 \pm 0.02^b$

a, b. Letras diferentes dentro de la misma fila indican diferencia significativa ( $P < 0.01$ ); c, d. Letras diferentes dentro de la misma fila indican diferencia significativa ( $P < 0.05$ ); 1 Medias de cuadrados mínimos  $\pm$  error estándar; 2 Período de lactancia de 56 días; 3 Durante los 56 de lactancia; 4 Peso de la camada a los 56 días, kg/peso de la oveja al destete, kg.

Cuadro 2. Influencia del número de parto sobre la eficiencia productiva de ovejas Blackbelly x Pelibuey.

Variables	Número de parto	
	Primípara	Múltipara
Peso al parto, en kg	$32.0 \pm 1.62^c$	$37.6 \pm 1.54^d$
Peso a los 56 días <sup>2</sup> , en kg	$30.5 \pm 1.16$	$32.9 \pm 1.11$
CPD, en g	$-27 \pm 13^a$	$-84 \pm 13^b$
Cambio de peso <sup>3</sup> , en kg	$-1.5 \pm 0.75^a$	$-4.7 \pm 0.71^b$
Condición corporal al parto	$3.8 \pm 0.11$	$3.15 \pm 0.19$
Condición corporal a los 56 días <sup>2</sup>	$2.7 \pm 0.14$	$2.4 \pm 0.20$
Peso de la camada al nacimiento, en kg	$4.0 \pm 0.29$	$4.5 \pm 0.28$
Peso de la camada al destete, en kg	$16.3 \pm 1.01$	$16.9 \pm 0.96$
Eficiencia productiva de la oveja <sup>4</sup>	$0.52 \pm 0.02$	$0.51 \pm 0.02$

a, b. Letras diferentes dentro de la misma fila indican diferencia significativa ( $P < 0.01$ ); c, d. Letras diferentes dentro de la misma fila indican diferencia significativa ( $P < 0.05$ ); 1 Medias de cuadrados mínimos  $\pm$  error estándar; 2 Período de lactancia de 56 días; 3 Durante los 56 de lactancia; 4 Peso de la camada a los 56 días, kg/peso de la oveja al destete, kg.

El cambio de peso y el CPD de las ovejas durante la lactancia fueron afectados por el TP ( $P < 0.05$ ) y por el NP ( $P < 0.01$ ). Sin embargo, la interacción TP x NP no influyó ( $P > 0.05$ ) las variables señaladas previamente (Cuadro 1 y 2).

Morales-Carrillo *et al.* (2013) indican que el cambio de peso y el CPD resulta similar entre ovejas de parto sencillo ( $-7.2 \pm 1.29$  kg y  $-128 \pm 23$  g, respectivamente) y múltiple ( $-5.3 \pm 1.53$  kg y  $-95 \pm 27$  g, respectivamente), lo cual difiere de lo detectado en el actual estudio. Por otra parte, Acosta-

Morales (2010) reporta en ovejas Blackbelly x Pelibuey que el NP y TP no influyen sobre su cambio de peso vivo durante la lactancia.

La condición corporal al parto y al día 56 de lactancia no fue afectada ( $P>0.05$ ) por ninguno de los factores estudiados. La media general ( $\pm$ DE) para la condición corporal al parto y a los 56 días de lactancia fue de  $3.5\pm 0.65$  y  $2.5\pm 0.60$ , respectivamente. Estos resultados son similares con lo reportado en ovejas Blackbelly x Pelibuey, en donde el NP y TP de las ovejas no influyeron sobre su condición corporal (Acosta-Morales, 2010).

El peso de la camada al nacimiento y al destete y la eficiencia productiva de las ovejas solo fueron afectados ( $P<0.01$ ) por el TP (Cuadros 1). Las camadas múltiples tuvieron un mayor peso que las camadas con un solo cordero. Estos resultados coinciden con lo reportado en otros trabajos realizados en ovejas Pelibuey y Blackbelly x Pelibuey, en donde el TP de la oveja influye sobre el peso de la camada al nacimiento y al destete, resultando más pesadas aquellas camadas conformadas por dos o tres crías en comparación con las camadas con un solo cordero (Oliva-Hernández y García-Osorio, 2011; Morales-Carrillo *et al.*, 2013).

Por otra parte, las ovejas con camadas múltiples mostraron mayor eficiencia productiva que las ovejas con camadas con un solo cordero (Cuadro 1). Estos resultados son apoyados por Magaña-Monforte *et al.* (2013) quienes indican que ovejas de parto múltiple son más eficientes con respecto a las de TP sencillo.

## CONCLUSIONES

La ocurrencia de un parto múltiple en ovejas Blackbelly x Pelibuey favorece una mayor eficiencia productiva de la hembra. Sin embargo, las ovejas con parto múltiple muestran un mayor cambio de peso negativo durante la lactancia con respecto a las hembras con un parto sencillo. Las ovejas multíparas muestran un mayor cambio de peso negativo durante la lactancia con respecto a las primíparas. No obstante, la eficiencia productiva de las ovejas resultó similar entre multíparas y primíparas.

## Agradecimientos

Se agradece al CONACYT la beca otorgada al primer autor para realizar sus estudios de Maestría en Ciencias dentro del programa “Producción Agroalimentaria en el Trópico” del Colegio de Postgraduados Campus Tabasco.

## LITERATURA CITADA

- Acosta-Morales T. 2010. Productividad de la borregas Blackbelly x Pelibuey durante la lactancia considerando el número de parto. Tesis de Licenciatura, Universidad Popular de la Chontalpa. Cárdenas, Tabasco, México. 40 p.
- Carrillo AL, Velázquez MA, Ornelas GT. 1987. Algunos factores ambientales que afectan el peso al nacer y al destete de corderos Pelibuey. *Tec. Pec. Mex.* 25 (3):289-295.
- Hinojosa-Cuéllar JA, Regalado-Arrázola, F de M, Oliva-Hernández J. 2009 Crecimiento prenatal y predestete en corderos Pelibuey, Dorper, Katahdin y sus cruces en el Sureste de México. *Revista Científica de la FCV-LUZ.* XIX, 5:522-532.
- INEGI. 2007. Anuario Estadístico Tabasco. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Gobierno del estado de Tabasco, México. 574 p.
- Magaña-Monforte JG, Huchin-Cab M, Ake-López RJ, Segura-Correa JC. 2013. A field study of reproductive performance and productivity of Pelibuey ewes in Southeastern Mexico. *Trop. Anim. Health Prod.* 45 (8): 1771-6.
- Milton JS, Tsokos JO. 1987. Métodos de distribución libre. En estadística para biología y ciencias de la salud. Interamericana Mc Graw-Hill. 435-471.



- Morales-Carrillo B, García-Osorio I del C, Oliva-Hernández J. 2013. Desempeño productivo de ovejas Blackbelly x Pelibuey en lactación. XL Reunión de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria y IX Seminario Internacional de Ovinos en el Trópico. Villahermosa, Tabasco. 441-444 p.
- Oliva-Hernández J, García-Osorio I del C. 2011. Crecimiento predestete de corderos Pelibuey en el trópico húmedo. VIII Seminario Internacional de Producción de Ovinos en el Trópico. Villahermosa, Tabasco, México.
- SAS.1999. Statistical Analysis System, Users. SAS Institute, Cary, N.C. USA.
- Thomson J, Meyer H. 1994. Body condition scoring of sheep. Oregon State University Extension Service. 4 p.



## SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO EN OVEJAS DE PELO CON BASE EN TRATAMIENTOS DE CORTA Y LARGA DURACIÓN

Castellanos-Gómez L.<sup>1</sup>, Arroyo-Ledezma J.<sup>2</sup>, Oliva-Hernández J.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Popular de la Chontalpa, Cárdenas, Tabasco, <sup>2</sup>Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Oaxaca, <sup>3</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Tabasco

T-56

### RESUMEN

El uso de productos hormonales para sincronizar el estro de las ovejas permite programar actividades de manejo integral orientadas a generar y atender grupos uniformes de corderos al nacimiento y al destete. Sin embargo, el costo de los tratamientos hormonales para sincronizar el estro resulta elevado, por tal motivo, la generación de conocimiento orientado a reducir su costo pudiera favorecer el empleo de esta tecnología. El objetivo del presente estudio consistió en evaluar la influencia del tiempo de permanencia de esponjas vaginales impregnadas con un progestágeno sobre la eficiencia en la sincronización del estro y tasa de parición en ovejas de pelo. Se utilizaron 28 ovejas de pelo híbridas y multíparas, las cuales se asignaron al azar a uno de dos tratamientos, Cronolone 5 (n=15) y Cronolone 10 (n=13). La unidad experimental fue la oveja. Las variables de respuesta evaluadas fueron: intervalo retiro de la esponja vaginal a inicio del estro, duración del estro, porcentaje de hembras en estro, gestantes y que logran el parto. Los datos de tipo dicotómico se analizaron por Ji-cuadrado y el resto de los datos se analizó con el test de la suma de rangos de Wilcoxon para datos no pareados. En ovejas de pelo híbridas, una reducción en la duración del tratamiento de sincronización del estro, con base en acetato de fluorogestona, no afecta la respuesta reproductiva medida a través del número de días intervalo retiro del progestágeno a inicio del estro, duración del estro y porcentaje de parición. Sin embargo, el porcentaje de hembras en estro se reduce cuando se utiliza acetato de fluorogestona durante cinco días con respecto a diez días.

**Palabras clave:** Sincronización estro, progestágenos, ovejas de pelo, trópico

### INTRODUCCIÓN

En la región tropical de México la producción de corderos con base en ovejas de pelo tiene como ventaja la alta prolificidad (Rastogi *et al.*, 1980; Cárdenas-Cruz *et al.*, 2012) y el reducido anestro estacional o ausencia del mismo (Hinojosa-Cuéllar y Oliva-Hernández, 2009; Arroyo, 2011) que muestra este tipo de ovejas. Sin embargo, un mayor número de corderos nacidos por parto resulta asociado con un menor peso del cordero al nacimiento (Hinojosa-Cuéllar *et al.*, 2013), situación que representa un factor de riesgo (Nash *et al.*, 1996) y favorece una mayor mortalidad de los corderos durante la lactancia (Nava-López *et al.*, 2006).

La ventaja que representa la alta prolificidad que muestran las ovejas de pelo puede mantenerse si se aplica un programa de complementación alimenticia en el último tercio de la gestación que permita incrementar el peso al nacimiento de los corderos provenientes de un tipo de parto múltiple (gemelos o trillizos) y con ello reducir las posibilidades de muerte del cordero.

Otra alternativa que favorece el incremento en la supervivencia de los corderos, sobre todo en la fase perinatal, es la supervisión y atención de los partos. Para ello, existe tecnología de tipo reproductivo que facilita esta labor.

El uso de hormonas exógenas para sincronizar el comportamiento de estro en las ovejas permite agrupar en periodos cortos (24-48 h) la ocurrencia de estro y el subsecuente apareamiento de la hembra (Wildeus, 2000; Quintero-Elisea *et al.*, 2011). Como consecuencia de la sincronización

de los apareamientos se obtiene un período definido de partos, al cual resulta factible asignar atención y supervisión técnica que permita favorecer la supervivencia de los corderos.

Entre las tecnologías para sincronizar el estro en ovejas, el tratamiento hormonal basado en progestágenos sintéticos y una inyección de 400 UI de GcE es el que se usa con mayor frecuencia en el mundo, incluso en México (Barret *et al.*, 2004; Ponce *et al.*, 2013). Sin embargo, el alto costo del tratamiento limita su uso.

Particularmente, el uso de esponjas vaginales impregnadas con 20 ó 40 mg de acetato de fluorogestona (Chronogest® Intervet) durante 10 a 14 días con o sin la aplicación de GcE antes del retiro de las esponjas ha mostrado resultados aceptables en el porcentaje de ovejas en estro y gestantes (Quintero-Elisea *et al.*, 2011; Aké-López *et al.*, 2013; Ponce *et al.*, 2013).

No obstante, existen evidencias (Ataman *et al.*, 2006) que sugieren que el tiempo de permanencia de la esponja vaginal puede acortarse a siete días sin que se vea reducida la respuesta reproductiva. Un acortamiento del período de permanencia de la esponja vaginal pudiera tener ventajas en los siguientes aspectos: Una reducción del costo del tratamiento hormonal (menor dosis de FGA), disminución de los riesgos de pérdida de la esponja (por retiro ocasionado por otras ovejas) y/o generar adherencias de la esponja a la vagina. Sin embargo, en ovejas de pelo no se tiene documentado si una reducción del tiempo de permanencia de la esponja vaginal afecta la eficiencia de sincronización del estro. Con base en el planteamiento previo, el objetivo del estudio consistió en determinar la influencia del tiempo de permanencia de esponjas vaginales impregnadas con un progestágeno sobre la eficiencia en la sincronización del estro y porcentaje de parición en ovejas de pelo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la finca ovina del Campo Experimental de la Universidad del Mar (UMAR), Campus Puerto Escondido, el cual se ubica en el km 128.1 de la carretera federal Pinotepa Nacional-Puerto Escondido, Oaxaca (15° LN), con vegetación de palmar y clima cálido húmedo Am(f), 8 msnm, el promedio en la temperatura ambiente anual es de 28 °C, la precipitación pluvial anual fluctúa entre 800 y 1,200 mm y la topografía corresponde a planicie (Torres-Colin, 2004).

El estudio tuvo una duración de 180 días de los cuales tres corresponden al manejo sanitario, 27 días como evaluación de los tratamientos hormonales y 150 días de gestación.

Se utilizaron 28 ovejas de pelo híbridas, clínicamente sanas, multíparas (con una edad entre tres y cuatro años) cuyo parto más reciente ocurrió cinco meses previo al inicio del experimento, con un peso promedio de 40 kg y una condición corporal entre 3 y 3.5 en una escala de 1 a 5 (Thompson y Meyer, 1994) y mantenidas en condiciones de semiestabulación.

Tratamientos experimentales. Las ovejas se asignaron de manera aleatoria a uno de dos tratamientos: Cronolone 5, el cual consistió en la inserción y mantenimiento durante cinco días de esponjas intravaginales (impregnadas con 20 mg de acetato de fluorogestona, Chronogest® CR, Intervet, Francia) y Cronolone 10, similar a Cronolone 5, pero, las esponjas intravaginales se mantuvieron durante diez días.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con dos tratamientos, Cronolone 5 (n=15) y Cronolone 10 (n=13). La unidad experimental fue la oveja.

**Manejo alimenticio.** Las ovejas se mantuvieron estabuladas durante la aplicación de los tratamientos. La alimentación consistió en alfalfa deshidratada (*Medicago sativa*) *ad libitum*,



150 g/ animal/ día de un alimento comercial (Purina®, México) con 14% de proteína cruda y acceso a agua fresca a libertad.

**Manejo reproductivo.** Doce horas después del retiro de las esponjas, en ambos tratamientos se inició la detección del estro, para ello se utilizó un carnero de pelo adulto con el pene desviado. La detección del estro se realizó cada seis horas hasta el día tres después del retiro de las esponjas.

Se consideró como conducta de estro, cuando las ovejas permanecieron quietas y aceptaron ser montadas por el carnero.

Cuando una oveja se detectó en estro, se le proporcionaron dos montas naturales (con un intervalo de ocho horas después de la primera monta) utilizando un carnero adulto  $\frac{3}{4}$  Pelibuey x  $\frac{1}{4}$  Blackbelly. Treinta días después del servicio se realizó el diagnóstico de gestación por ultrasonografía transrectal (ProsMed PSP-Leo-3000D I PLUS®).

**Manejo sanitario.** A todas las ovejas, previo al inicio del experimento, se les aplicó Nitroxinil (Dovenix®, Merial, dosis 0.4 ml/10 kg P.V., vía subcutánea) para el control de los nematodos gastrointestinales. De manera adicional se les aplicó, 1 ml de Vitamina ADE por vía intramuscular (SYNT ADE® Pfizer).

#### **Variables de respuesta**

Ovejas en estro (%), se consideró como conducta de estro cuando las ovejas mostraron al menos dos de los siguientes comportamientos: intranquilidad ante la presencia del carnero, realización de movimientos rápidos de la cola hacia los lados, inmovilidad ante la presencia del carnero y aceptación de ser montada por el carnero.

Intervalo retiro de esponjas a inicio del estro (h), corresponde al número de horas transcurridas entre el retiro de la esponja y la ocurrencia por primera vez de receptividad sexual de la oveja.

Duración del estro (h), correspondió al número de horas a partir de que la oveja se muestra en estro y hasta que deja de ser receptiva (muestra indiferencia al macho y no se deja montar).

Tasa de gestación (%), corresponde a la relación (número de ovejas diagnosticadas gestantes/número de ovejas en estro y con apareamiento)\*100.

Tasa de parición (%), se refiere a la relación (número de ovejas paridas /número de ovejas en estro y con apareamiento)\*100.

**Análisis estadístico.** Los datos de tipo dicotómico se analizaron por Ji-cuadrado utilizando para ello el procedimiento FREQ (SAS, 1999). Los datos de las variables intervalo retiro de la esponja al estro y duración del estro se analizaron con el test de la suma de rangos de Wilcoxon para datos no pareados (SAS, 1999).

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La duración del tratamiento de sincronización del estro no afectó ( $P>0.05$ ) el intervalo retiro de progestágeno a inicio de estro y la duración del estro (Cuadro 1), las medias generales ( $\pm$ DE) fueron  $43.4\pm 12.1$  h y  $45.5\pm 11.2$  h, respectivamente.

Las ovejas que fueron sincronizadas con Cronolone 10 mostraron un mayor porcentaje de estro ( $P<0.05$ ) con respecto a lo obtenido con Cronolone 5 (Cuadro 1). Sin embargo, los porcentajes de gestación y parición resultaron similares ( $P>0.05$ ) entre tratamientos (Cuadro 1).

Con respecto al intervalo retiro de esponja a inicio de estro, Quintero-Elisea *et al.* (2011) sincronizaron el estro en ovejas Blackbelly y Pelibuey con esponjas vaginales (impregnadas con 40 mg de acetato de fluorogestona y sin aplicación de la gonadotropina sérica de yegua gestante, PMSG) durante diez días, y obtuvieron un intervalo al estro de  $36.3 \pm 1.5$  h, el cual resultó menor al obtenido en los dos tratamientos evaluados en este estudio. Por otra parte, Ataman *et al.* (2006) Compararon la eficacia de siete y 12 días de tratamiento con esponjas vaginales impregnadas con 30 mg de acetato de fluorogestona en combinación con PMSG más un análogo de PGF $2\alpha$  en ovejas F1 Merino x Akkaraman, sus resultados indican que el intervalo retiro del progestágeno a inicio de estro estuvo entre  $42.9 \pm 1.3$  y  $44.5 \pm 1.8$  h y la duración de permanencia del progestágenos no afectó el tiempo al estro, ambos resultados son similares a lo registrado en el presente estudio.

La duración del estro no fue afectada por la duración de permanencia del progestágeno. Sin embargo, no se dispuso de trabajos similares al del presente estudio, en donde fuera evaluada la duración del estro, para poder contrastar los resultados obtenidos.

El porcentaje de ovejas en estro fue afectado por la duración del tratamiento, resultado que no concuerda con lo obtenido por Ataman *et al.* (2006) quienes contrastan dos tiempos de duración de la exposición al progestágeno (siete vs 12 días) registrando en ambos tratamientos un 100% de ovejas en estro. Al parecer, en ovejas que se encuentran dentro de la estación reproductiva (como las utilizadas en el presente estudio) y que son expuestas a la acción de progestágenos durante una corta duración, es necesario aplicar de manera adicional PMSG para favorecer un incremento en el porcentaje de ovejas en estro.

En las ovejas que fueron expuestas al progestágeno durante diez días, el 100% de las ovejas mostro comportamiento de estro. Un resultado similar es reportado por Aké-López *et al.* (2013) en ovejas Pelibuey y Blackbelly tratadas con esponjas vaginales (40 mg de acetato de fluorogestona, 14 días de permanencia de las esponjas vaginales), las ovejas se encontraban dentro de su estación reproductiva y mostraban una condición corporal alta (3.5) y baja (2.1). Los porcentajes de gestación y parición no fue afectados por la duración del tratamiento, resultado que concuerda con lo indicado por Ataman *et al.* (2006) quienes obtuvieron un porcentaje de concepción y parición de 86.6 y 80.0%, respectivamente. Sin embargo, los porcentajes de parición en el actual estudio resultaron inferiores a lo obtenido en estudios efectuados con ovejas de pelo que emplearon como progestágeno el acetato de fluorogestona (Avendaño-Reyes *et al.*, 2007; Quintero-Elisea *et al.*, 2011; Aké-López *et al.*, 2013).

## CONCLUSIONES

En ovejas de pelo híbridas, una reducción en la duración del tratamiento de sincronización, del estro con base en acetato de fluorogestona, no afecta la respuesta reproductiva medida a través del número de días intervalo retiro de la esponja a inicio del estro, duración del estro y porcentaje de parición. Sin embargo, el porcentaje de hembras en estro se reduce cuando se utiliza acetato de fluorogestona durante cinco días con respecto a diez días.

**Cuadro1. Respuesta reproductiva de ovejas de pelo expuestas a dos tratamientos para sincronizar el estro**

Variable de respuesta	Tipo de sincronización	
	Cronolone 5 (cinco días)	Cronolone 10 (diez días)
Intervalo retiro de progestágeno a inicio de estro, h	44.0±5.0	42.9±2.9
Duración del estro, h	48.3±3.9	43.6±3.0
Ovejas en estro, %	60 <sup>a</sup> (9/15) <sup>1</sup>	100 <sup>b</sup> (13/13)
Ovejas gestantes a los 30 días posteriores al apareamiento, %	100 (9/9) <sup>2</sup>	76.9 (10/13)
Ovejas al parto, %	66.7 (6/9) <sup>3</sup>	46.2 (6/13)

a, b superíndices diferentes dentro de la misma fila indican diferencia P(<0.05)

1, número de ovejas en estro/total de ovejas sincronizadas

2, número de ovejas gestantes /total de ovejas en estro y apareadas

3, número de ovejas al parto /total de ovejas en estro y apareadas

#### LITERATURA CITADA

- Aké-López RJ, Casanova-Estrella G, Centurión-Castro FG, Aké-Villanueva JR. Efecto de la condición corporal sobre la sincronización del estro, fertilidad y prolificidad de ovejas de pelo. *Bioagrobiencias* 6, 2: 34-38.
- Arroyo, J. 2011. Estacionalidad reproductiva de la oveja en México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14: 829-845.
- Ataman MB, Akoz M, Akman O. 2006. Induction of synchronized o estrus in Akkaraman cross-bred ewes during breeding and anoestrous seasons: the use of short-term and long-term progesterone treatments. *Rev Med Vet* 157:260.
- Avendano-Reyes L, F.D. Alvarez-Valenzuela, L. Molina-Ramírez, R. Rangel-Santos, A. Correa-Calderón, J. Rodríguez-García, M. Cruz-Villegas, P.H. Robinson and T. R. Famula, 2007. Reproduction Performance of Pelibuey Ewes in Response to Estrus Synchronization and Artificial Insemination in Northwestern Mexico. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 6: 807-812.
- Barret DMW, Bartlewskib PM, Batista-Arteaga M, Symington A, Rawlings NC. 2004. Ultrasound and endocrine evaluation of the ovarian response to a single dose of 500 IU of GCe following a 12-day treatment with progesterone-releasing intravaginal sponges in the breeding and nonbreeding seasons in ewes. *Theriogenology* 3:311.
- Hinojosa-Cuéllar JA, Oliva-Hernández J. 2009. Distribución de partos por estación en ovejas de razas de pelo y cruces en un ambiente tropical húmedo. *Revista Científica FCV-LUZ*. XIX, 3: 288-294.
- Hinojosa-Cuéllar JA, Oliva-Hernández J, Torres-Hernández G. Segura-Correa JC. 2013. Comportamiento productivo de corderos F1 Pelibuey x Blackbelly y cruces con Dorper y Katahdin en un sistema de producción del trópico húmedo de Tabasco, México. *Arch Med Vet*. 45, 2: 135-143.
- Nash ML, Hungerford LL, Nash TG, Zinn GM. 1996. Risk factors for perinatal and postnatal mortality in lambs. *Veterinary Record*. pp. 64-67.
- Nava-López VM, Oliva-Hernández J, Hinojosa-Cuéllar JA. 2006. Mortalidad de los ovinos de pelo en tres épocas climáticas en un rebaño comercial en la Chontalpa, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia*. 22, 2, 119-129.



- Ponce JL, Macías U, Álvarez FD, Velázquez JV, Avendaño L, Ly J. 2013. Dosis bajas de gonadotropina coriónica equina (GCe) y del genotipo en el valor de producción del cordero al destete, descendiente de ovejas Pelibuey cruzadas con Romanov. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 47, 1: 33-36.
- Quintero-Elisea JA, Macías-Cruz U, Álvarez-Valenzuela FD, Correa-Calderón A, González-Reyna A, Lucero-Magaña FA, Soto-Navarro SA, Avendaño-Reyes L. 2011. The effects of time and dose of pregnant mare serum gonadotropin (PMSG) on reproductive efficiency in hair sheep ewes. *Tropical Animal Health and Production* 43, 8: 1567-1573.
- Thompson J., Meyer H. 1994. Body condition scoring of sheep.
- Torres-Colin R, 2004. Biodiversidad de Oaxaca. pp 113 - 114
- Wildeus, S. 2000. Current concepts in synchronization of estrus: Sheep and goats. *J Anim Sci* 77:1-14.



## EFFECTOS DE UN ALIMENTO CON SEMILLAS DE *Canavalia ensiformis* SOBRE LA EFICIENCIA DE CRECIMIENTO DE CORDEROS PELIBUEY

Montiel-Hernández Wilber<sup>1\*</sup>, Oliva-Hernández Jorge<sup>2</sup>, Ramos-Juárez Jesús<sup>1</sup>, Aranda-Ibáñez Emilio Manuel<sup>1</sup>, Munguía-Flores Víctor Manuel<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, <sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, <sup>3</sup>Práctica privada

T-57

### RESUMEN

En el estado de Tabasco, la producción de semillas de *Canavalia ensiformis* resulta factible desde el punto de vista agronómico. Sin embargo, este tipo de semillas contiene diversos factores antinutricionales que pueden limitar su uso en la alimentación de rumiantes, de ahí que resulta necesario generar conocimiento sobre los procesos tecnológicos que se les deben aplicar con el fin de poder utilizarlas en la alimentación de los ovinos de manera sustentable y sin riesgos para su salud. El objetivo del estudio consistió en determinar la influencia de un alimento fermentado en estado sólido, elaborado con semillas de *C. ensiformis* como fuente de proteína, sobre el comportamiento productivo de ovinos Pelibuey. Se utilizaron 18 corderos Pelibuey con una edad promedio de cuatro meses y un peso vivo de  $21 \pm 1.0$  kg. Los ovinos se distribuyeron al azar a uno de tres tratamientos (seis ovinos por tratamiento). Se utilizó un diseño de dos factores con medidas repetidas en un factor. El primer factor fue el tipo de dieta (canavalia sin fermentar, canavalia fermentada, sin canavalia). El segundo factor fue el número de periodo de evaluación (cinco periodos de 14 días o diez periodos de siete días). Las variables evaluadas fueron: peso vivo (PV), cambio de peso diario (CPD), consumo diario de MS (kg/ovino), PC (g/ovino) y EM (Mcal/ovino), conversión alimenticia (CA) y eficiencia alimenticia (EA). Los datos se analizaron con el procedimiento MIXED de SAS. Tipo de dieta, número de periodo y la interacción tipo de dieta x número de periodo afectaron ( $P < 0.01$ ) todas las variables estudiadas. La dieta con canavalia fermentada permitió que los ovinos mostraran un mayor CPD ( $P < 0.01$ ) y una menor CA ( $P < 0.05$ ) con respecto a lo obtenido en la dieta canavalia sin fermentar. La CA fue similar ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos canavalia fermentada y sin canavalia. Sin embargo, los ovinos alimentados con la dieta sin canavalia son los que mostraron el mayor CPD ( $P < 0.01$ ) con relación a las dietas canavalia sin fermentar y fermentada. Se concluye que la dieta con canavalia fermentada permitió que los ovinos logaran una mayor eficiencia de crecimiento con respecto a canavalia sin fermentar. La CA fue similar entre los tratamientos canavalia fermentada y sin canavalia. Sin embargo, el mayor CPD se obtuvo en la dieta sin canavalia.

**Palabras clave:** Semillas canavalia, finalización, ovinos de pelo, trópico

### INTRODUCCIÓN

En la elaboración de alimentos para ovinos se emplean diversos ingredientes, destacando aquellos que aportan energía y proteína debido a que este tipo de ingredientes pueden tener un alto valor económico por sí mismos o porque estos tienen una importante participación porcentual en la composición de la dieta.

Con respecto a los ingredientes proteínicos, estos pueden ser de origen animal (por ejemplo, harina de pescado) o vegetal (por ejemplo, pasta de soya). En el caso específico de los ingredientes proteínicos de origen vegetal, la región tropical de México posee condiciones edáficas y climáticas que permiten el desarrollo de leguminosas tropicales, las cuales producen semillas con un alto potencial para ser incorporadas como parte de la dieta de los ovinos. Sin embargo, este tipo de semillas requieren de investigación complementaria a la ya existente,

con el fin de facilitar su incorporación a los diferentes sistemas de alimentación ovina presentes en la región tropical.

Particularmente, la leguminosa tropical canavalia (*Canavalia ensiformis*) muestra una capacidad de producción de semillas variable, los rendimientos van desde 348 kg/ha (Cáceres et al., 1995) hasta 3800 kg/ha (Kessler, 1990). Por otra parte, el contenido en proteína cruda (PC) y energía metabolizable (EM) en las semillas de canavalia las hacen atractivas para ser consideradas como ingrediente proteínico. El valor de PC en las semillas de canavalia fluctúa entre 26 y 32%, la EM 3.35 Mcal/kg de materia seca (MS) (Martín y Palma, 1999) y la presencia de almidón entre 40 y 53%. Sin embargo, el almidón de semillas crudas de leguminosas presenta una baja digestibilidad, con respecto a los almidones de cereales y tubérculos (Würsch et al., 1986; Socorro et al., 1989). Adicionalmente, las semillas de canavalia poseen diversos factores antinutricionales que limitan su incorporación en las dietas para monogástricos (por ejemplo, aves y cerdos) y posiblemente también en poligástricos (por ejemplo, ovinos).

Los principales factores antinutricionales detectados en las semillas de canavalia son: canavalina, lectina concanavalina A y B, canavanina, canalina y taninos. De los factores señalados previamente, la concanavalina es considerada el principal factor antinutricional, debido a que provoca atrofia de las vellosidades intestinales y mala absorción de nutrientes (Pizzani et al., 2006). En términos generales los factores antinutricionales reducen el consumo de alimento y su utilización por los animales (Nava et al., 2014).

En estudios de alimentación con ovinos en finalización (Mora, 1983; Mammani et al., 2013) se ha evaluado el uso de semillas de canavalia, los resultados indican que se puede incorporarse hasta en 28% sin que se haya detectado un problema de salud en los animales. Sin embargo, la eficiencia productiva obtenida no ha sido alta (127 g de ganancia diaria con 22% de inclusión de semillas de canavalia; Mora, 1983). Adicionalmente, no existen estudios en ovinos en donde se haya evaluado la aplicación del proceso tecnológico fermentación en estado sólido como alternativa para minimizar el posible efecto de los factores antinutricionales. Con base en lo planteado previamente, el objetivo del estudio consistió en determinar la influencia de un alimento fermentado en estado sólido, elaborado con semillas de *C. ensiformis* como fuente de proteína, sobre el comportamiento productivo de ovinos Pelibuey.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la finca comercial “El Rodeo”, ubicada en Jalapa, Tabasco, México (17° 38' LN, 92°56' LO). El clima de la región es cálido húmedo, con lluvias todo el año (Af), la temperatura ambiente media anual de 25°C y la precipitación pluvial anual 3,783 mm (Velásquez, 1994).

El estudio tuvo una duración de 82 días y fue dividido en una fase preexperimental de 14 días y una fase experimental de 68 días. Se utilizaron 18 corderos Pelibuey con una edad promedio de cuatro meses y un peso vivo de 21±1.0 kg. Los corderos utilizados estuvieron en su etapa predestete y posdestete en estabulación y fueron alimentados con una dieta integral.

Los ovinos se distribuyeron al azar a uno de tres tratamientos (seis ovinos por tratamiento). Se utilizó un diseño de dos factores con medidas repetidas en un factor (Cody y Smith, 1991). El primer factor fue el tipo de dieta (canavalia sin fermentar, canavalia fermentada, sin canavalia). El segundo factor fue el número de periodo de evaluación (cinco periodos de 14 días) o el número de semana (diez semanas de siete días). La unidad experimental fue el ovino. Durante el estudio un cordero del tratamiento sin canavalia se murió por causas no atribuibles a los tratamientos (neumonía).



Los corderos se alimentaron de manera individual durante todo el estudio. Las dietas fueron formuladas para que resultaran isoproteínicas e isoenergéticas (Canavalia sin fermentar, 17.1% PC y 2.94 Mcal EM/kg MS; Canavalia fermentada, 17.2% PC y 2.96 Mcal EM/kg MS; sin Canavalia, 17.0% PC y 2.92 Mcal EM/kg MS).

Al inicio del estudio se les proporcionó 500 g/cordero/día. Posteriormente, la cantidad de alimento se ajustó diariamente, de acuerdo al nivel de consumo experimentado por cada ovino, procurando mantener, al menos un 10% de alimento rechazado. El alimento se ofreció de 8:00 a 18:00 horas. Los ovinos tuvieron acceso a agua a libertad.

El tratamiento Canavalia fermentada incluyó dentro de su composición el producto Vitafert y el proceso fermentación en estado sólido (Elías *et al.*, 1990) por un mínimo de 10 días. Existen evidencias que indican que al aplicar este proceso a un sustrato se incrementa el valor nutritivo y posiblemente se reduzca la cantidad de factores antinutricionales presentes en las semillas de *C. ensiformis*.

El tratamiento canavalia no fermentada incluyó como parte de la composición harina de semillas de *C. ensiformis*. Se utilizó alimento con un máximo de siete días de elaboración. Los ovinos se mantuvieron estabulados en corraletas individuales (1.43 m<sup>2</sup>/animal) provistas de piso de concreto.

En los ovinos se evaluaron las siguientes variables: peso vivo (PV), cambio de peso diario (CPD), consumo diario de MS (kg/ovino), PC (g/ovino) y EM (Mcal/ovino), conversión alimenticia (CA) y eficiencia alimenticia (EA). En el alimento se determinó MS y PC (AOAC, 2001).

Los ovinos se pesaron tres días consecutivos a intervalos de 14 días durante seis ocasiones. En cada ocasión, el promedio de peso vivo del ovino correspondió al peso promedio de los tres pesajes consecutivos. Para obtener el peso vivo del ovino se utilizó una báscula electrónica (Tru-Test Pro II versión 3.2 ®), con una precisión de 0.100 kg.

El consumo de alimento por ovino se determinó durante tres días consecutivos a intervalos de siete días. El consumo de MS, PC y EM por ovino/día se determinó en diez semanas, para ello se consideró el consumo de alimento (base húmeda) y los valores promedio de MS y PC determinados en nueve muestras (por duplicado) en cada una de las dietas experimentales. Para el caso del consumo de EM, se utilizó la estimación del valor energético de cada una de las dietas experimentales.

En las variables PV, CPD y consumo de MS, PC y EM se utilizó análisis de varianza con el procedimiento MIXED (Wang y Goonewardene, 2004) con apoyo en el programa computacional SAS versión 8.0 para Windows (SAS, 1999). La comparación de medias se realizó con la prueba de “t” con las medias de cuadrados mínimos usando la opción pdiff de SAS. Los datos de CA y EA se analizaron con el test suma de rangos de Wilcoxon para datos no pareados (SAS, 1999).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores determinados de MS y PC en las tres dietas estudiadas fueron: canavalia sin fermentar 83.0 y 16.2%, canavalia fermentada 74.0 y 17.0%, sin canavalia 92.4 y 18.8%, respectivamente.

Tipo de dieta, número de semana y la interacción tipo de dieta x número de semana afectaron ( $P > 0.01$ ) el consumo de materia seca (kg/d/ovino), proteína cruda (g/d/ovino) y EM (Mcal EM/d/ovino). En el Cuadro 1 se muestran las medias de cuadrados mínimos ( $\pm$ EE) para consumo de MS, PC y EM considerando el tipo de dieta. El mayor consumo de MS, PC y EM ( $P < 0.01$ ) se detectó en los ovinos alimentados con la dieta sin canavalia, sin que existieran diferencias ( $P > 0.05$ ) en el consumo de MS, PC y EM entre los ovinos alimentados con las dietas canavalia fermentada y canavalia sin fermentar.

Cuadro 1. Influencia del tipo de dieta con semillas *Canavalia ensiformis* sobre el consumo de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y energía metabolizable (EM) en ovinos Pelibuey en crecimiento.

Tipo de dieta	Materia seca, kg/d/ovino	Proteína cruda, g/d/ovino	Mcal de EM kg MS/d/ovino
Canavalia sin fermentar	0.796±0.063 <sup>a</sup>	129±11 <sup>a</sup>	2.3±0.18 <sup>a</sup>
Canavalia fermentada	0.770±0.063 <sup>a</sup>	131±11 <sup>a</sup>	2.3±0.18 <sup>a</sup>
Sin Canavalia	1.217±0.069 <sup>b</sup>	229±12 <sup>b</sup>	3.5±0.20 <sup>b</sup>

a, b, letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencias (P<0.01)

En la figura 1 se muestran las medias de cuadrados mínimos ( $\pm$ EE) para el consumo de MS considerando la interacción tipo de dieta x número de semana (P<0.01). Los ovinos alimentados con la dieta sin canavalia mostraron un mayor consumo de MS durante todo el período de estudio con respecto a los ovinos alimentados con las dietas canavalia fermentada y canavalia sin fermentar. Un resultado similar fue registrado con el consumo de PC y EM durante las diez semanas de estudio, en donde los ovinos alimentados con la dieta sin canavalia registraron los mayores consumos de PC y EM con relación los tratamientos canavalia fermentada y canavalia sin fermentar.

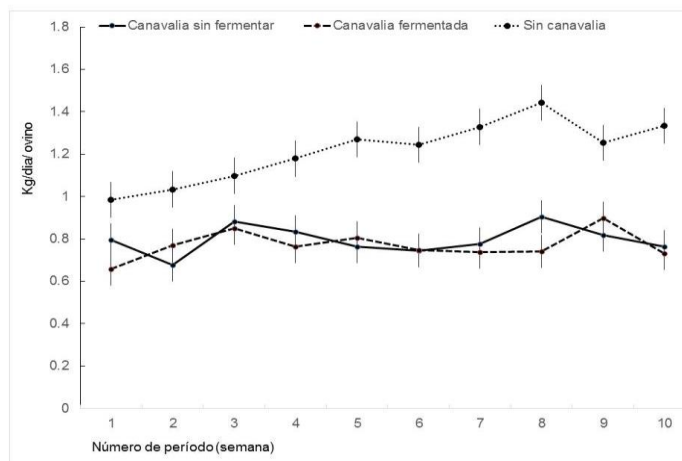


Figura 1. Medias de cuadrados mínimos ( $\pm$  error estándar) de consumo de materia seca en ovinos Pelibuey considerando el número de semana y el tipo de dieta (P<0.001).

En un estudio efectuado con ovinos Pelibuey (Mamani, 2013) se evaluó la influencia del proceso aplicado al alimento (harina vs pellet) y nivel de inclusión de semillas de *C. ensiformis* (0, 25 y 50% de sustitución de la proteína aportada en la dieta), los resultados obtenidos mostraron ausencia de influencia del proceso aplicado al alimento independientemente del nivel de inclusión de semillas de canavalia utilizado, este tipo de resultado no concuerda con lo registrado en el presente estudio, en donde los ovinos alimentados con alguna de las dos dietas evaluadas con canavalia consumieron menor cantidad de MS, PC y EM con respecto a la dieta sin canavalia. No obstante, los niveles de consumo de alimento registrados en el estudio de Mamani (2013) resultan similares a los obtenidos en las dietas con canavalia fermentada y sin fermentar.



El tipo de dieta afectó el PV ( $P < 0.05$ ) y CPD ( $P < 0.01$ ) de los ovinos. El consumo de la dieta sin canavalia permitió que los ovinos mostraran un mayor peso y CPD con relación a las dietas con canavalia sin fermentar y canavalia fermentada, las medias de cuadrados mínimos ( $\pm$  EE) fueron  $29.9 \pm 1.6^a$  kg y  $190 \pm 16^a$  g,  $23.0 \pm 1.6^b$  kg y  $58 \pm 1.6^b$  g,  $24.4 \pm 1.4^b$  kg y  $105 \pm 14^c$  g, respectivamente.

El número de período influyó ( $P < 0.01$ ) sobre el peso vivo y CPD de los ovinos. El peso vivo se incrementó entre el período uno y cinco. Sin embargo, no se detectaron diferencias ( $P > 0.05$ ) en los períodos cinco y seis. El mayor CPD se registró entre los períodos dos a tres ( $164 \pm 18^a$  g) y cuatro a cinco ( $165 \pm 18^a$  g) y la menor en el último período (cinco a seis;  $165 \pm 18^c$  g). La interacción tipo de dieta x número de período resultó significativa ( $P < 0.01$ ) en el peso vivo y GDP (Figura 2).

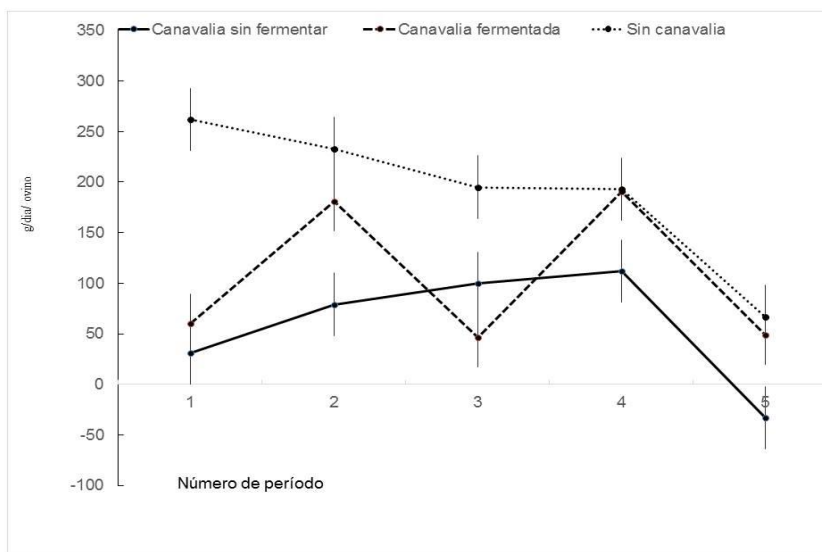


Figura 2. Medias de cuadrados mínimos ( $\pm$  error estándar) de cambio de peso diario en ovinos Pelibuey considerando el número de período y el tipo de dieta ( $P < 0.01$ ).

En el estudio de Mamani (2013), las medias en el CPD de los ovinos que consumieron alimento con canavalia estuvieron entre 190 y 220 g, las cuales fueron mayores a las registradas por los ovinos que consumieron dieta con canavalia fermentada y sin fermentar. En otro estudio (Mora, 1983), en donde se evaluó el nivel de inclusión de semillas de *C. ensiformis* en la dieta de ovinos (0, 22 y 32% de la ración total) se obtuvo un CPD de 136, 127 y 98 g, respectivamente. El CPD señalado en los niveles de inclusión 22 y 32% de canavalia son ligeramente superiores a los obtenidos en el presente estudio.

La CA y EA resultaron afectadas por el tipo de dieta ( $P < 0.05$ ). La CA de los ovinos alimentados con la dieta canavalia sin fermentar fue el doble de la obtenida en la dieta canavalia fermentada, sin que se detectaran diferencias ( $P > 0.05$ ) entre canavalia fermentada y sin canavalia (Cuadro 2). Los resultados obtenidos en el consumo de PC y EM, así como el CPD, CA y EA sugieren que la aplicación del proceso de fermentación en estado sólido a la dieta canavalia fermentada permitió que los ovinos mostraran mayor eficiencia de crecimiento con relación a la dieta canavalia no fermentada. Se sugiere que esta mayor eficiencia pudiera estar relacionada con una reducción o inhibición de los efectos negativos de los factores antinutricionales presentes en las semillas de *C. ensiformis*.

**Cuadro 2.** Medias de cuadrados mínimos ( $\pm$  errores estándar) de pesos vivos inicial y final y, cambio diario de peso en ovinos Pelibuey alimentados con dietas integrales elaboradas con base en semillas de *Canavalia ensiformis*

Variable	Tipo de dieta		
	Con canavalia sin fermentar	Con canavalia fermentada	Sin canavalia
Peso inicial, kg	21.0 $\pm$ 1.1	20.8 $\pm$ 1.1	22.2 $\pm$ 1.2
Peso final, kg	25.2 $\pm$ 1.7 <sup>a</sup>	28.0 $\pm$ 1.7 <sup>a</sup>	35.5 $\pm$ 1.8 <sup>b</sup>
Cambio de peso diario, g	62.0 $\pm$ 13.4 <sup>a</sup>	107.0 $\pm$ 13.4 <sup>b</sup>	195.0 $\pm$ 14.6 <sup>c</sup>
Conversión alimenticia	14.9 $\pm$ 3.16 <sup>a</sup>	7.4 $\pm$ 0.58 <sup>b</sup>	6.5 $\pm$ 0.40 <sup>b</sup>
Eficiencia alimenticia	0.079 $\pm$ 0.012 <sup>a</sup>	0.138 $\pm$ 0.009 <sup>b</sup>	0.155 $\pm$ 0.009 <sup>b</sup>
Duración de la evaluación, días	68	68	68
n	6	6	5

a, b, c valores con diferente superíndice dentro de la misma fila indican diferencia significativa ( $P < 0.01$ ); n: número de observaciones por tipo de dieta

Mora (1983) muestra que un incremento en el nivel de inclusión de canavalia en la dieta de ovinos corresponde a un aumento en la CA, los valores de CA que detectaron fueron 7.9, 8.9 y 10.8 para los niveles de inclusión de canavalia de 0, 22 y 32%, respectivamente. En el presente estudio, se obtuvieron valores de CA de 7.4 y 14.9 para canavalia fermentada y sin fermentar. A diferencia de lo indicado previamente, Mamani (2013) utilizando ovinos con un PV inicial de 15 kg logran una CA menor (4.2) en los niveles de máxima inclusión de canavalia (28.2%). Mientras que en ovinos con PV inicial de 24 kg la CA se incrementó y mostró mayor variación (5.1 a 7.2).

## CONCLUSIONES

La dieta con canavalia fermentada permitió que los ovinos logaran una mayor eficiencia de crecimiento con respecto a canavalia sin fermentar. La CA fue similar entre los tratamientos canavalia fermentada y sin canavalia. Sin embargo, el mayor CPD se obtuvo en la dieta sin canavalia.

## Agradecimientos

Se agradece al CONACYT la beca otorgada al primer autor para realizar sus estudios de Maestría en Ciencias dentro del programa de Producción Agroalimentaria en el Trópico del Colegio de Postgraduados Campus Tabasco y al Dr. José Manuel Piña Gutiérrez, propietario de la finca El Rodeo por las facilidades otorgadas y el financiamiento parcial de la presente investigación.

## LITERATURA CITADA

- AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 1995. Official methods of analysis, AOAC International. 16th ed. Ed. Off. Agric. Chem. Washington, D.C. U.S.A.
- Cáceres O, González E, Delgado R. 1995. *Canavalia ensiformis*: leguminosa forrajera promisorio para la agricultura tropical. Pastos y forrajes 18 (2)107-119.
- Cody RP, Smith JK. 1991. Repeated measures designs. Chapter 8. *In Applied Statistics and the SAS programming language*. 3<sup>ra</sup> ed. North-Holland, Elsevier Science Publishing Co. Inc., USA, Pp 163-171.
- Elías A, Lezcano O, Lezcano P, Cordero J, Quintana L. 1990. Reseña descriptiva sobre el desarrollo de una tecnología de enriquecimiento proteico de la caña de azúcar mediante fermentación en estado sólido (Saccharina). Revista Cubana Ciencia Agrícola. 24:1



- Kessler CDJ. 1990. An agronomic evaluation of Jackbean (*Canavalia ensiformis*) in Tucatan, Mexico. I. Plant Density. *Experimental Agriculture* 26 (1): 11-22.
- Mamani AV. 2013. Comportamiento productivo y económico de corderos en engorda con grano de *Canavalia ensiformes* como harina y pellet. Presentada en. Marzo, 2013. Tesis de Maestro en Ciencias en Producción y Salud Animal. División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México.
- Martin PC, Palma JM. 1999. Manual para fincas y ranchos ganaderos. Indicadores útiles para su manejo. Tablas tropicales de composición de alimentos. Agrosystems Editing, Colima, México. 120 p.
- Mora MA. 1983. *Canavalia ensiformis*: uso en rumiantes. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. <http://www.postgrado.ucv.ve/biblioteca/tesis.asp?id=TA332&fecha=3>>, consultado el 2 de febrero de 2014.
- Nava R, Ruíz B, Belmar R. 2014. Una reseña corta sobre el valor nutritivo y factores antinutricionales de frijoles de canavalia y terciopelo dados a cerdos. <http://www.Sian.info.ve/porcinos/publicaciones/rccpn/rev63/RCP63art1.htm> consultado el 11 marzo de 2014.
- Pizzani P, Vargas RE, Pérez S, Méndez A, Coromoto M, Sivoli L. 2006. Efectos del tostado sobre el valor de energía metabolizable verdadera y el contenido de factores antinutricionales de harinas de granos. *Revista Científica FCV-LUZ*. 16 (5): 523-550.
- SAS. 1999. Statistical Analysis System, User's. SAS Institute, Cary, N.C. USA.
- Socorro M, Levy-Benshimol A, Tovar J. 1989. *In vitro* digestibility of cereal and legume (*Phaseolus vulgaris*) starches by porcine, bovine and human pancreatic  $\alpha$ -amylases. *Starch Staerke* 41: 69-71.
- Wang Z, Goonewardene LA. 2004. The use of MIXED models in the analysis of animal experiments with repeated measures data. *Can. J. Anim. Sci.* 84: 1-11.
- Würsch P, Del Vedovo S, Koellreutter B. 1986. Cell structure and starch nature as key determinants of the digestión rate of starch in legume. *Am J Clin Nutr* 43: 25-29.



## EFFECTO DE LA ÉPOCA DE NACIMIENTO SOBRE PARÁMETROS DE REGRESIÓN LINEAL DEL PESO DEL NACIMIENTO AL AÑO DE EDAD EN BECERROS SUIZO PARDO POR CEBÚ EN PASTOREO

García PTB<sup>1\*</sup>, López Gl.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INIFAP, Campo Experimental “La Posta”  
Carretera federal Veracruz-Córdoba km 22.5 Paso del Toro, Veracruz  
Contacto: \* garcia.teresa@inifap.gob.mx

T-70

### RESUMEN

Se sugiere que el crecimiento de los animales sea modelado mediante regresión no lineal (curvas de crecimiento). Sin embargo, para algunas decisiones de manejo o para selección intra-hato, generalmente se calcula la ganancia de peso de los animales en un lapso de tiempo dado con una fórmula que implica linealidad, i.e: Ganancia de peso = (Peso 2 - Peso 1) / (Fecha 2 - Fecha 1), en la que la “Fecha 1” podría ser el día del nacimiento. Para observar la utilidad de la regresión lineal en el análisis del crecimiento de bovinos en pastoreo en el trópico, el presente trabajo tuvo como objetivo el estudio del efecto de la época de nacimiento en los parámetros de regresión lineal simple de pesajes cada 28 días de becerros Suizo Pardo por cebú en pastoreo para clima Aw1. Se utilizaron los datos del nacimiento al año de edad de 30 becerros (16 hembras y 14 machos) del Campo Experimental “La Posta” INIFAP en Paso del Toro, Veracruz, nacidos entre 2011 y principios de 2013, suplementados con un kg de alimento concentrado diario, en promedio, y minerales a libertad, y complementados durante la época de sequía con forraje conservado. Se corrió el modelo de regresión múltiple:

$Y_{ijkl} = \mu + \text{epoca\_}N_i + \text{Año\_}N_j + \text{epoca\_}N (\text{Año\_}N)_{ij} + (\text{sexo})_k + (\text{época*sexo})_{ik} + \varepsilon_{ijkl}$  y se utilizó la prueba de  $X^2$  para rechazar o no las hipótesis estadísticas. El efecto de Época resultó significativo sobre el intercepto, la pendiente y el error estándar de la pendiente, y marginalmente significativos sobre el error estándar del intercepto y el ajuste de la regresión, obteniendo los mejores valores para la época de nortes: ganancia diaria de peso estimada en 429 g/día, con un ajuste  $R^2$  de .98; y los valores menos deseable para la época de sequía: Ganancias diarias de peso de casi 280 g/día y un ajuste menor a 93%. Sólo para la estimación del peso al nacimiento (el intercepto) se encontraron mayores valores para la época de sequía, probablemente debido a que las gestaciones que produjeron esos becerros ocurrieron en parte durante la época de lluvias. Los resultados sugieren que los datos de crecimiento de becerros nacidos en sequía serán más imprecisos que los datos de nacimientos en lluvias o nortes, si se utiliza la regresión lineal simple.

**Palabras clave:** *Bovinos para doble propósito, crecimiento en pastoreo*

### INTRODUCCIÓN

Didácticamente el crecimiento en general, y en particular el de los animales, se presenta como una forma sigmoidea, para cuyo análisis se han desarrollado modelos empíricos que en su conjunto se denominan “curvas de crecimiento” (Chakraborty et al., 2014). Estas funciones de “cantidad” sobre “tiempo” transcurrido se pueden modelar con curvas exponenciales y logísticas, con la función Gompertz (Winsor, 1932), y con muchas otras funciones, generalmente obtenidas por regresión no lineal, polinomial.

Para obtener estas curvas de datos de campo se pueden utilizar programas matemáticos, como por ejemplo, Matlab®, o bien, es posible utilizar funciones avanzadas en Excel®. También hay disponibles paquetes comerciales especializados en ajuste de curvas como “CurveExpert” (<http://www.curveexpert.net/>).

Sin embargo, la selección de la curva de crecimiento para un conjunto de datos no es fácil, con respecto a que tenga el mejor ajuste posible, por lo que la eventual aplicación de un modelo no garantiza una predicción útil del crecimiento (Chakraborty et al., 2014).

La forma de las curvas de crecimiento reales de los animales depende de varios factores, entre los que se encuentran el estado fisiológico y la alimentación; la típica figura sigmoide se observa en animales con alimentación constante y adecuada, pero se modifica si las condiciones ambientales cambian (Bridges et al., 2001).

Existe relativamente poca investigación acerca del crecimiento de los bovinos en el trópico. Para estas condiciones, el uso de la regresión lineal simple para modelar el crecimiento de becerros podría ser correcto, ya que se encuentran trabajos reportados que fueron realizados en el Estado de Tabasco (de las Heras-Torres, et al., 2008); En este caso, los autores incluyeron el efecto de “edad” al cuadrado, lo cual no ocasiona que la regresión pierda su linealidad, ya que los parámetros permanecen simples.

A nivel de productores o incluso para algunos estudios técnicos, académicos o científicos, para ciertas decisiones de manejo, de elección de pies de cría, o para fines comerciales, generalmente se calcula la ganancia de peso de los animales en un lapso de tiempo dado con una fórmula que implica linealidad simple, i.e: Ganancia de peso = (Peso 2 - Peso 1) / (Fecha 2 - Fecha 1), en donde la “Fecha 1” podría ser el día del nacimiento.

En caso de que la linealidad en el crecimiento de los becerros fuese correcta, se podrían fácilmente extrapolar datos o utilizar la regresión lineal simple para comparar animales que no hayan nacido en las mismas fechas o restituir datos faltantes.

La mejora del crecimiento de los becerros para doble propósito es una línea de investigación que debe atenderse. Los resultados de posibles tratamientos ya sea de alimentación o de cualquier otra índole, probablemente requieran de estimaciones de las curvas de crecimiento. Sin embargo, el manejo de la gran mayoría de los predios ganaderos en el trópico es con animales en pastoreo bajo condiciones de temporal, con lo cual, los efectos de época seguramente afectan o modifican las curvas de crecimiento y por lo consiguiente, podrían afectar las estimaciones de las mismas. Por esta razón, se requiere observar detenidamente los datos crudos de crecimiento de los becerros en condiciones de pastoreo en el trópico en general, y en el subhúmedo en particular, ya que los trabajos al respecto son escasos, y asimismo, iniciar con el estudio de las predicciones del crecimiento, en este caso, analizando el escenario más básico y sencillo, el de la regresión lineal simple.

### **Objetivo**

Observar el efecto de la época de nacimiento sobre los parámetros de regresión lineal simple del crecimiento de becerros Suizo Pardo por Cebú en pastoreo bajo condiciones de temporal en trópico subhúmedo.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo se llevó a cabo en el módulo demostrativo de bovinos para doble propósito del Campo Experimental “La Posta” INIFAP, en Paso del Toro, Veracruz. El clima preponderante del lugar es Aw1, cálido subhúmedo con lluvias en verano.

Los datos se obtuvieron del pesaje cada 28 días del nacimiento al año de edad, de 30 becerros 5/8 y 3/4 de Suizo Pardo por cebú (16 hembras y 14 machos), nacidos entre el 24 de mayo de 2011 y abril de 2013. Los becerros mamaron calostro durante cuatro días; posteriormente apoyaban la baja de leche de sus madres y únicamente recibían la leche residual después de la

ordeña. Los becerros permanecieron bajo condiciones de pastoreo, y eran suplementados con un kg, en promedio, de alimento concentrado diario, y agua y sales minerales a libertad. Su alimentación se complementaba durante la época de sequía (Diciembre a Mayo) con forraje conservado.

Los datos obtenidos fueron: Identificación del padre y de la madre, raza del padre y de la madre, fecha de nacimiento, peso al nacimiento, y peso cada 28 días, en fechas fijas. Con los datos de las razas de padre y madre se terminó el genotipo de cada animal. Los datos de becerros cuyo padre era desconocido, fueron eliminados. Los datos de becerros que no tuvieran los datos completos, fueron también eliminados.

Se ajustaron modelos de regresión lineal múltiple para la variable Peso = edad en días, y los parámetros obtenidos: Intercepto (que representa la estimación del peso al nacimiento), pendiente (que representa la estimación de la ganancia diaria de peso hasta el año de edad), errores estándares del intercepto y de la pendiente, y la  $R^2$  ajustada, fueron analizados con el procedimiento glm de SAS® mediante un modelo que incluyó los efectos fijos de época de nacimiento (Época), año de nacimiento (Año\_N), Época anidado en Año\_N, sexo y la interacción de Época por sexo.

$$Y_{ijkl} = \mu + EN_i + AN_j + (EN \ AN)_{ij} + Sx_k + (EN \ Sx)_{jk} + \varepsilon_{ijkl}$$

donde  $\mu$  es la media general, E es la época de nacimiento: lluvias (del 15 de junio al 14 de octubre), nortes (del 15 de octubre al 14 de febrero) o sequía (del 15 de febrero al 14 de junio), AN es el año de nacimiento (2011, 2012 o 2013), Sx es el sexo del animal y  $\varepsilon$  es el error experimental  $\sim NID(0, \sigma^2)$ .

Para determinar si la regresión lineal logró (sí o no), predecir el verdadero peso obtenido al nacimiento y al año, se utilizó la prueba de  $X^2$ , por época de nacimiento. La variable considerada fue Sí o No se predijo el peso al nacimiento o el peso al año de edad  $\pm$  el error estándar.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

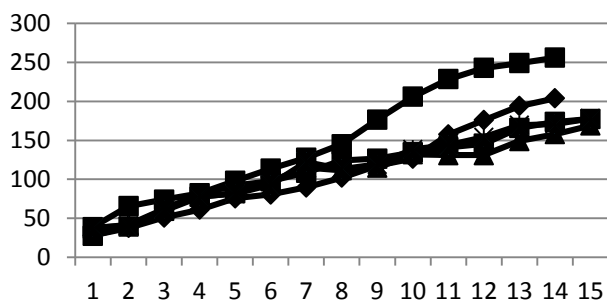
La Figura 1 presenta las gráficas de los datos crudos del crecimiento de hembras y machos por época de nacimiento. A simple vista se puede observar el marcado efecto de la época de nacimiento en las curvas de crecimiento, tanto en magnitud como en forma; los becerros que nacieron en época de lluvias mostraron las tasas de crecimiento más aceleradas, sin aparente diferencia entre hembras y machos.

Se observa en la Figura 1 que la mayoría de los animales siguieron una curva sigmoide en su desarrollo, pero muy suave, incrementándose la tendencia en los becerros que crecieron más rápidamente, especialmente en la época de lluvias.

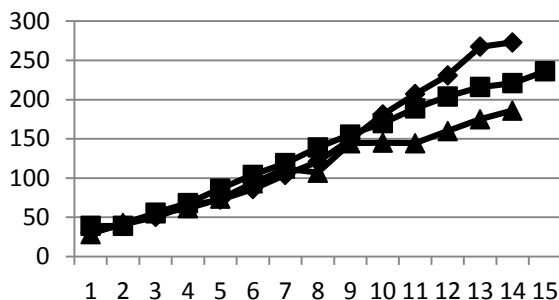
Acerca del análisis estadístico, el efecto de época\_N resultó significativo sobre el intercepto, que estima el peso al nacimiento, la pendiente, que representa la ganancia diaria de peso, y el error estándar de la pendiente, y marginalmente significativos sobre el error estándar del intercepto y el ajuste de la regresión (Cuadro 1). Los mejores valores se obtuvieron para la época de nortes: ganancia diaria de peso estimada en 429 g/día, con un ajuste  $R^2$  de 98 %; y los valores menos deseables para la época de sequía: Ganancias diarias de peso de casi 280 g/día y un ajuste menor a 93 %. Sin embargo, no se encontró diferencia significativa entre las épocas de Nortes y Lluvias.

Sólo para la estimación del peso al nacimiento (el intercepto) se encontraron mayores valores para la época de sequía, probablemente debido a que las gestaciones que produjeron esos becerros ocurrieron en parte durante la época de lluvias.

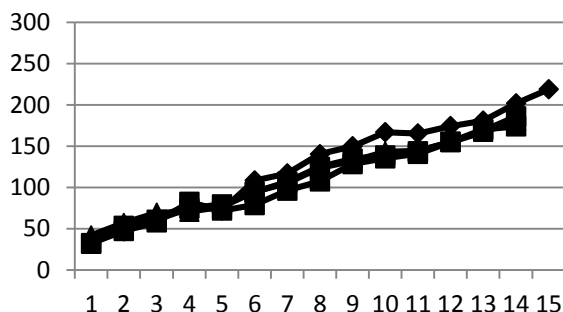
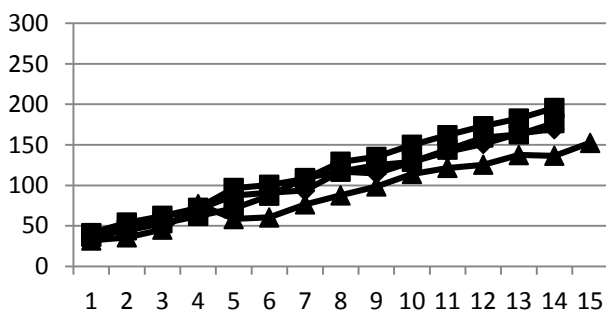
**Hembras  
Lluvias**



**Machos**



**Nortes**



**Sequía**

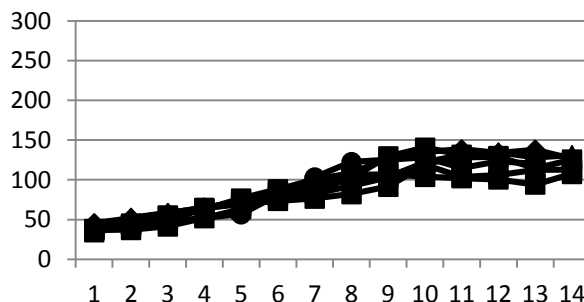
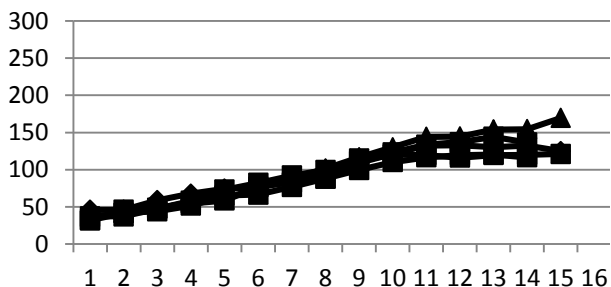


Figura 1. Crecimiento de becerros (kg) en diferentes épocas del año en pastoreo para clima AW1.

Los efectos de época de nacimiento, como efecto principal ( $P=0.01$ ) y anidado en año ( $p=0.05$ ), fueron significativos para el peso logrado al año de edad, con medias de 198, 193 y 134 kg de peso vivo para las épocas de Nortes, lluvias y sequía, respectivamente.

Los resultados de predicción de los pesos al nacimiento y al destete más menos el error estándar, indican que no se encontraron diferencias significativas de  $X^2$  entre épocas para predecir el peso al nacimiento modelado, pero sí hubo diferencia altamente significativa ( $X^2 < 0.01$ ) para predecir el crecimiento al año de edad, ya que se acertó en el 95 % de los casos durante nortes, el 87 % en lluvias y sólo el 22 % en sequía.

Cuadro 1. Valores de significancia y medias obtenidos por mínimos cuadrados para las variables analizadas.

Variable	P-value	Época de nacimiento			Sexo		Unidad de variable
		Lluvias	Nortes	Sequia	Hembra	Macho	
Intercepto	0.04	33.6	39.4	41.9	37.8	38.8	kg PV
Pendiente	<0.01	428.3	429.4	279.8	372	398.1	g /d
EE de intercepto	0.06	5.5	3.4	4.2	3.9	4.8	kg PV
EE de pendiente	0.03	30.5	15.8	19.3	19.2	24.6	g /d
R <sup>2</sup> ajustada	0.09	94.1	98	92.8	96.0	94.2	%

## CONCLUSIONES

Se encontró que algunas gráficas de datos crudos de pesajes periódicos de becerros en pastoreo en el trópico subhúmedo, con frecuencia no muestran la característica forma de “S” de las curvas de crecimiento típicas, probablemente debido a que los animales en pastoreo dependen más del entorno para su desempeño, que los animales de donde clásicamente se derivaron los modelos no lineales de crecimiento.

Debido a las menores R<sup>2</sup>, los resultados sugieren que la utilización de ecuaciones que impliquen linealidad, como la típica de la ganancia diaria de peso, para los datos de crecimiento de becerros nacidos en sequía serán más imprecisos que los datos de nacimientos en lluvias o nortes, o si se utiliza la regresión lineal simple.

En consecuencia, los datos de becerros nacidos durante la época de sequía, probablemente no deben de analizarse con regresión lineal simple, pero esta opción podría ser adecuada para las otras dos épocas del año, o restringirse a los animales nacidos en nortes.

## LITERATURA CITADA

- Bridges T.C., Turner L.W., Gates R.S., Smith E.M. 2001. Relativity of growth in laboratory and farm animals: I. Representation of physiological age and the growth time constant. *American Society of Agricultural Engineers* 43:1803-1810.
- Chakraborty B., Bhattacharya S., Basu A., Bandyopadhyay S., Bhattacharjee A. 2014. Goodness-of-fit testing for the Gompertz curve model. *METRON* 72: 45-64.
- De las Heras-Torres J.G., Osorio-Arce M.M., Segura-Correa J.C., Aranda-Ibáñez E.A., Aguilar-Cabral J.A. 2008. Factores que afectan las constantes de la curva de crecimiento de becerros en un sistema de doble propósito en el trópico. *Revista Científica, FCV-LUZ*, 4: 393-397.
- Winsor C.P. 1932. The Gompertz curve as a growth curve. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 18: 1-8.





## CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DE LECHE EN RANCHOS DEL MEZCALAPA EN SISTEMAS BOVINOS DE DOBLE PROPÓSITO

Báez R. U. A<sup>1</sup>; Granados Z. L.<sup>2</sup>; Quiroz V. J.<sup>2</sup>; Barrón A. M.<sup>2</sup>; Cadenas H. J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad popular de la Chontalpa (UPCH), Tabasco. <sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Huimanguillo.

T-83

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar la calidad química de la leche, mediante el muestreo del producto al momento de la entrega al centro de acopio en Mezcalapa, Huimanguillo, Tabasco. Se utilizó la información de 126 muestras de leche tomadas de los tanques de 18 ranchos de una población bovina multirracial durante los meses de febrero a junio de 2014. Se dividieron en dos grupos, tecnificados y no tecnificados. Los tecnificados utilizan ordeñadora mecánica y una mejor higiene en la ordeña. Se determinaron los principales componentes de la leche: % de grasa, % de proteína, % lactosa, % sólidos no grasos y la densidad. La leche de los ranchos tecnificados, tuvo un mayor porcentaje de grasa ( $P < 0.05$ ). Las características físico-químicas promedio de la leche evaluada en los ranchos de la ribera del Mezcalapa están dentro de los estándares nacionales para zonas tropicales (NOM-184-SSA1-2002). El porcentaje de grasa en la leche parece ser el factor más sensible al cambio de ambiente. La calidad físico-química de la leche producida en la región del Mezcalapa es de excelente calidad. La leche producida por los sistemas tecnificados es de mejor calidad que la de los sistemas de producción tradicionales.

**Palabras Clave:** Sistemas en Pastoreo, tecnificación pecuaria, organización ganadera.

### INTRODUCCIÓN

El estado de Tabasco cuenta con una gran extensión de pastos naturales, lo que favorece la explotación de ganado bovino mediante el sistema de libre pastoreo o ganadería extensiva. Por su rusticidad y tolerancia a temperaturas elevadas, el ganado de raza cebú es el que mejor se adapta al clima tropical de la entidad, su explotación se dirige principalmente a la obtención de carne. (Quiroz *et al*, 2002). Tabasco aporta el 6.29% de la producción de leche en el trópico y a nivel nacional aporta el 1.01%; produciendo la región del trópico el 16.03% de la leche consumida a nivel nacional. Adicionalmente la producción de leche se incrementó de 8,877 millones de litros de leche en 1999 a 10,500 millones en 2008 y el consumo per cápita se incrementó de 107 a 113 litros en el mismo periodo. La actividad ganadera en la entidad no solamente se caracteriza por la explotación de bovinos para carne, sino también para doble propósito, buscando con ello producir carne y leche, aun cuando la producción de esta última no es comparable con la leche producida por sistemas especializados. En el año 2000 en Tabasco, la producción de leche fue de 85,754,000 litros y en el 2014 se estima una producción de 103,247,000 litros, es decir, un incremento del 17% (Lactodata, 2014), sin embargo, la producción no se ha incrementado tanto, como la disponibilidad de tecnología haría suponer.

Al realizar una comparación entre vacas Holstein (HO) y las cruas  $\frac{3}{4} \times \frac{1}{4}$  y  $\frac{5}{8} \times \frac{3}{8}$  Holstein x Cebú (HO x C), en diferentes condiciones de manejo de pastoreo: mal manejo y mala calidad de las praderas para el grupo uno y buen manejo para el grupo dos. La producción de leche en las vacas Holstein en el grupo uno fue inferior al obtenido por las vacas cruzadas, pero en el segundo grupo no hubo diferencias entre la Holstein y las cruas  $\frac{5}{8}$  y  $\frac{3}{8}$  Holstein x Cebú, (Villegas y Román, 1986). Osorio y Segura (1999) trabajando en el estado de Yucatán reportan producción de 5.9 Kg leche día<sup>-1</sup> en los distintos hatos lecheros del Estado donde predominaban los genotipos SPxC y HOxC con el 37.9 % y 32.2 % de las vacas respectivamente. En tanto



Granados *et al* (2001) en el hato de doble propósito del Campo Experimental Balancán, buscando relación entre el genotipo y las variables productivas y reproductivas, encontró que la mejor época del año fue de Octubre a marzo con producción de 1,056 Kg. lactancia<sup>-1</sup> para la craza SPxC, 929 Kg. lactancia<sup>-1</sup> para SMxC, 1,183 Kg. lactancia<sup>-1</sup> para HOxC y 1,051 para las cruza indefinidas. No habiendo diferencia estadística y observándose que el mejor genotipo para la producción de leche es el HOxC.

La razón fundamental por la que no ha habido un incremento mayor en la producción de leche estriba en los canales de comercialización. En una encuesta realizada por el INIFAP (datos sin publicar), se detectó que el precio de venta es una razón para incrementar el número de vacas en ordeña, pero aún más importante es la seguridad en la comercialización de la leche. Al no haber quien adquiera la leche, el precio que se paga al productor es mínimo y por lo tanto deja de ser un estímulo para la producción; tanto así, que en la actualidad el precio de la leche a nivel internacional equivale a un precio de \$8.50 por kg, sin embargo el precio en México en algunas zonas apenas alcanza los \$5.50 por kg. La razón entonces de la baja producción y de los bajos precios es la falta de canales de comercialización seguros, debido a que la mayor parte de la leche que se oferta en Tabasco es para la realización de quesos artesanales y en las épocas de alta producción los productores de queso no tienen capacidad para comprar toda la leche disponible. Una alternativa para incrementar la producción de leche y ayudar a que nuestro país sea autosuficiente es mejorando su calidad. La calidad sanitaria tiene que ver con el manejo de la ordeña principalmente y en la actualidad existen medios de certificación que permiten mejorar este aspecto. Respecto a la calidad físico-química se ve influenciada por varios aspectos como la raza, la alimentación y la forma de ordeñar (Quiroz V. et al., 2011; Quiroz V. et al., 2012).

El objetivo del presente trabajo fue determinar la calidad química de la leche, mediante el muestreo del producto al momento de la entrega al centro de acopio en Mezcalapa, Huimanguillo, Tabasco.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Ubicación.** Se tomaron muestras de leche de 18 unidades de producción del sistema doble propósito, en la rancharía Mezcalapa, Caobanal 1<sup>a</sup> y 2<sup>a</sup> sección ubicados al margen del río Mezcalapa en el municipio de Huimanguillo, Tabasco. El clima de la región es cálido húmedo con temperatura media anual de 25°C y lluvias que abarcan los meses de junio a octubre; solo la primavera es relativamente seca; su precipitación media anual alcanza los 2570 mm. Vientos dominantes del norte en primavera y del este el resto del año. (García, 1998). El municipio de Huimanguillo se localiza en la región de la Chontalpa y tiene como cabecera municipal a la ciudad de Huimanguillo, la que se ubica al este del estado, entre los paralelos 17° 19' de latitud norte y 93°23' de longitud Oeste. Colinda al norte con el municipio de Cárdenas, al sur con los estados de Chiapas y Veracruz, al este con el estado de Chiapas y al oeste con el estado de Veracruz; posee referencias naturales que señalan sus límites. La extensión territorial del municipio es de 3,787.98 km<sup>2</sup>, los cuales corresponden al 14.55% respecto del total del estado, ocupa el primer lugar en la escala de extensión municipal (García, 1998).

**Caracterización de los ranchos.** Los ranchos son de diferentes tamaños, y niveles de producción, están empastados con gramíneas como los zacates Alemán (*Echinochloa Polystachya*), Egipto (*Brachiaria Mutica*), Estrella de África (*Cynodon plectostachium*), Chontalpo (*Brachiaria decumbens*) y Guinea (*Panicum máximum*) entre otros. El número de vacas promedio en ordeño varía entre 20 y 30 por año.



Programa de alimentación. El sistema de pastoreo en los ranchos es rotacional y con un descanso entre 30 y 40 días dependiendo de la época del año y del tipo de pasto. En cuanto al uso de concentrados se suplementan con 1- 2 kg animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>.

Programa sanitario. Se llevan a cabo desparasitaciones contra vermes gastroentéricos y vacunaciones contra las enfermedades más importantes en la zona (clostridiasis, brucelosis, neumonía, DVB, IBR). El control y diagnóstico de mastitis se realizó en las vacas en producción, así como muestreos serológicos para detectar la presencia de brucelosis en el hato.

Sistemas de ordeño. Predomina el ordeño de una vez al día, la mayoría cuenta con ordeñadora mecánica de 4:00 a 7:00 am aproximadamente. Se ordeñan tres cuartos de la glándula mamaria y se deja un cuarto para el becerro. Después del ordeño, los becerros y vacas permanecen juntos y durante ese tiempo los becerros aprovechan para consumir la leche del cuarto no ordeñado.

### **Análisis de la información**

Se utilizó la información de 126 muestras de leche tomadas de los tanques de 18 ranchos de una población bovina multirracial durante los meses de febrero a junio de 2014. Se dividieron en dos grupos, tecnificados y no tecnificados. Los tecnificados utilizan ordeñadora mecánica y una mejor higiene en la ordeña.

### **Análisis de las muestras de leche**

Al realizar la recepción de la leche en el centro de acopio se tomó una muestra representativa de toda la leche producida por ordeño del rancho y se depositó en un tubo de 50 ml previamente rotulados a mano con la información individual de cada muestra (nombre y ubicación del rancho, nombre del productor, fecha y hora de recepción, y nombre del técnico). Posteriormente, Las muestras son colocadas en el refrigerador, hasta su análisis. La muestra se analizó en el laboratorio de Biotecnología del Campo Experimental Huimanguillo del INIFAP, utilizando un analizador de leche por ultrasonido marca LactiCheck TM, el cual determina los principales componentes de la leche (% de grasa, % de proteína, % lactosa, % sólidos no grasos y la densidad). La información de las muestras analizadas se acumula en el programa LactiLog TM, el cual lo concentra en un formato Excel que permite su manejo para la elaboración de reportes y para concentrar toda la información.

El análisis general de la información fue a través de estadística descriptiva utilizando el procedimiento UNIVARIATE y utilizando un modelo de efectos fijos donde el factor de estudio fue el grado de tecnificación de los ranchos (tecnificado y no tecnificado) por el procedimiento GLM ambos procedimientos del paquete de análisis estadístico SAS (1998); la prueba de medias se realizó por el método de Duncan ( $P < 0.05$ ).

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados indican (Cuadro 1) que la leche de los ranchos tecnificados, tuvo un mayor porcentaje de grasa ( $P < 0.05$ ), resultados que contrastan con los reportados por (Quiroz V. et al., 2012), trabajando calidad de leche en zonas de vega de río, transición a sabana y suelos de sabana, donde la calidad de grasa es mejor para suelos ácidos, no así para la región de vega de río donde el contenido de sólidos no grasos, proteína, y lactosa fueron estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ), donde la vega de río fue superior. Ojeda *et al* 1998 indican que la concentración de grasa láctea en la leche vendible se mantuvo mientras operó el efecto del amamantamiento y comenzó a elevarse ( $P < 0.05$ ) a partir del momento cuando ocurrió el destete ( $98 \pm 19,5$  días), la concentración de grasa en la leche vendible alcanzó los valores esperados ( $3.5 \pm 0.7$  %) para el tipo racial y manejo del ordeño a los  $20 \pm 6$  días posdestete. Lo anterior pone de manifiesto la importancia del ecosistema y de edad de lactancia en aspectos de calidad

de grasa en leche.

Cuadro 1.- Calidad química de la leche proveniente de 18 ranchos en la región del Mezcalapa, Huimanguillo, Tabasco

Sistema de producción	Grasa	SNG	Densidad	Lactosa	Proteína
Tecnificado	4.0012 <sup>a</sup>	8.4246 <sup>a</sup>	28.4126 <sup>a</sup>	4.6238 <sup>a</sup>	3.1086 <sup>a</sup>
Tradicional	3.5247 <sup>b</sup>	8.3432 <sup>a</sup>	28.4082 <sup>a</sup>	4.4928 <sup>a</sup>	3.0777 <sup>a</sup>

El porcentaje de grasa en la leche parece ser el factor más sensible al cambio de ambiente, pues en los otros estudios se vio afectado tanto por el tipo de suelo, como por la época del año; en este caso, el grado de tecnificación también tuvo una fuerte influencia. Es sabido que también se ve alterado por la velocidad de ordeño y la cantidad de leche producida. Por ello será necesario redoblar esfuerzos en los aspectos que se pueden controlar, como el tiempo de ordeño, la calibración del equipo y la alimentación. Un aspecto que tienen que ver con la calidad de la leche y que es fácil de manipular y no requiere ninguna inversión es el respetar el tiempo de ordeño. La leche que se obtiene al principio del ordeño contiene menos sólidos, sobre todo el contenido de grasa es mínimo. La mayor cantidad de grasa se acumula en la leche residual, o la última leche ordeñada. Por lo tanto, en los sistemas de doble propósito donde el proceso de ordeño es con becerro al pie, el ordeñador debe ordeñar a fondo para obtener leche vendible de buena calidad.

En el Cuadro 2, se muestran las características físico-químicas promedio de la leche evaluada en los ranchos de la ribera del Mezcalapa y se observa que la calidad está dentro de los estándares nacionales para zonas tropicales (NOM-184-SSA1-2002). La Norma Oficial Mexicana (NOM-184-SSA1-2002), define como leche, al producto destinado para consumo humano, proveniente de la secreción natural de las glándulas mamarias de especies domésticas. Sin embargo; bajo las condiciones de trópico, existen variaciones que incluyen factores humanos en el manejo y la producción, además de los factores fisiológicos normales de los animales que intervienen en el proceso de la secreción, desde luego, la necesidad de adoptar una clasificación que permita diferenciar las leches según sus características propias y según el valor que puedan tener en relación a la utilización que se les pretende dar. La controversia sobre este aspecto tan discutido de la industria lechera es grande y aunque se reconoce que el sistema de pagar la leche exclusivamente por su volumen es inadecuado, no se ha conseguido hasta hoy unanimidad de puntos de vista sobre el método de valorización más recomendable (Quiroz *et al*, 2012).

Cuadro 2. Promedio de la calidad físico-química de leche en las 18 unidades de producción de la zona del Mezcalapa

Variable	Promedio
Grasa (%)	3.701
Sólidos no grasos (%)	8.373
Densidad ( )	28.409
Lactosa (%)	4.541
Proteína (%)	3.089

Se habla frecuentemente de calidad, pero no siempre se atiende al significado completo y al concepto verdadero de este término. Por una parte, la leche al ser secretada, adquiere en cada caso individual, ciertas características físico-químicas que determinan su composición y que es muy difícil de homogenizar en los diferentes sistemas de producción existentes en la región tropical. Por otra parte, se debe tener en cuenta el estado de salud del animal productor ya



que la leche, así como puede ser un excelente alimento puede también constituir un peligroso medio de difusión de enfermedades. Los métodos empleados en la producción de leche requieren que se realicen con una higiene adecuada, por lo que trabajar desde las explotaciones la calidad del producto cobra mayor importancia a fin de contribuir desde su origen a ofertar un producto de excelente calidad (Quiroz *et al*, 2012). Será necesario hacer estudios sobre la calidad sanitaria de la leche, puesto que de origen la calidad físico química del producto es altamente satisfactoria, sin embargo, los métodos de ordeño y el manejo sanitario de las vacas son claves en la comercialización de los productos obtenidos.

A pesar de lo anterior, este sistema aporta el 15% de la producción de leche a nivel nacional, con aproximadamente dos millones de vacas que las manejan, productores que en su mayoría, son de bajos recursos económicos. Considerar la calidad de leche es analizar varios aspectos en conjunto como la calidad genética de los animales, el estado nutricional de las vacas, la higiene en el proceso de ordeña, los buenos hábitos de ordeño, la tecnificación de los ranchos, las ganas de no seguir ordeñando leche como nuestros antepasados. Para lograrlo se requiere de equipo de ordeño, tanques de enfriamiento y con asesoría técnico-productiva. Tecnificar los ranchos para producir leche de buena calidad, y ubicarla en el mercado al mejor precio; En el mercado actual donde la ley de la oferta y la demanda depende de las grandes industrias transnacionales, debe contribuir tanto a la sociedad y el gobierno en pago de la leche de buena calidad, para que el productor ganadero, pueda progresar y mejorar la cantidad de leche producida, de buena calidad; si hoy se producen 1800 litros con 18 productores en un día, pueda estar por los 2500 litros al día, para ellos debe de haber precios justos para que puedan crecer. Para que México pueda ser autosuficiente en la producción de leche en la cantidad y calidad requerida, es necesario evaluar el sistema en su conjunto, con el equipo necesario para obtener datos de calidad que permitan identificar los componentes y considerar alternativas de manejo en los sistemas de producción bovinos de doble propósito, además de un adecuado manejo de los equipos de ordeños y utensilios. La medición de la calidad debe ir más allá de la composición del producto, es recomendable considerar además la carga bacteriana, los contaminantes (antibióticos indebidamente utilizados), adulterantes, entre otros.

## CONCLUSIONES

La calidad físico-química de la leche producida en la región del Mezcalapa es de excelente calidad. La leche producida por los sistemas tecnificados es de mejor calidad que la de los sistemas de producción tradicionales.

## LITERATURA CITADA

- García P. O. SEP. 1998. Páginas 13-14. Historia y geografía del estado de Tabasco. 3er grado de educación primaria.
- Granados, Z., L. Quiroz V., J. Barrón A., M. y Jiménez O., M., M. 2001. El genotipo y su respuesta a variables reproductivas y productivas en bovinos de doble propósito. INIFAP. XVII Reunión Latinoamericana de Producción Animal. ALPA. Ciudad de la Habana Cuba.
- Lactodata. 2014. Información sobre el sector lechero. Boletín. [http://www.lactodata.com/lactodata/docs/ind/lacto\\_ind\\_prod.pdf](http://www.lactodata.com/lactodata/docs/ind/lacto_ind_prod.pdf) mayo 2014.
- NOM-184-SSA1-2002, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado. Especificaciones sanitarias. Secretaría de Salud.
- Ojeda, A, Lugo, A. y Patrocinio, P. Osorio A., M., M. 1998. Evaluación de la concentración de grasa en leche de vacas de doble propósito con amamantamiento restringido.
- Quiroz V., J. Como realizar cruzamientos de Bovinos de Doble propósito en el trópico. SAGARPA-INIFAP. Día del productor agropecuario 2002. Campo Experimental Balancán. CIRGOC. Memoria técnica Tabasco, México.



- Quiroz V., J., A. M. Constantino, L. Granados Z., and V. Landi. 2011. Frecuencias alélicas de características de calidad de la leche y de la canal en dos razas lecheras de Tabasco. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal* 1: 187-190.
- Quiroz V., J. Granados Z., L. Barrón A., M. Garduza A., B. Gamas R. E. 2012. Calidad físico-química de la leche bovina en suelos de vega de río, transición a sabana y sabana de la región de la chontalpa, tabasco. INIFAP - RCFA - Tabasco, México.
- SAS.1998. Statistical Analysis System. User Guide. SAS Institute, Cary N. C. Usa.
- Villegas, M., P., H. Román. 1986. Producción de leche durante el proceso de formación de un rancho de doble propósito en el trópico. *Revista Técnica Pecuaria* No. 51 México. P. 51-61.



## CRECIMIENTO DE VAQUILLAS SUIZO-CEBÚ APACENTANDO EN PRADERAS DE TANZANIA EN MONOCULTIVO Y ASOCIADO CON FRANJAS DE LEUCAENA

Castillo H. J<sup>1\*</sup>., Rivas .P. F<sup>2</sup>., Ortega R. L<sup>3</sup>., Segura C.V<sup>1</sup>., y Martín A. J<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Centro de Investigación Regional del Sureste, C. E. Mocochoá. <sup>2</sup> Consultor y ex investigador del INIFAP-CIR-SURESTE. <sup>3</sup> Investigador de INIFAP comisionado a SAGARPA. <sup>4</sup> Estudiante del Instituto Tecnológico de Tizimín.

T-86

### RESUMEN

El objetivo del trabajo fue cuantificar el crecimiento de vaquillas doble propósito apacentando praderas de pasto Tanzania asociadas con franjas de Leucaena. El estudio se desarrolló en el Sitio Experimental Tizimín del INIFAP, en Tizimín, Yuc., de septiembre de 2012 a septiembre de 2013. El área de pastoreo fue de pasto Tanzania en monocultivo y asociadas con franjas de Leucaena con 9 ha por tipo de pradera con pastoreo de vaquillas por 3 días de utilización y 42 de descanso. Se evaluó el crecimiento de 13 vaquillas apacentando cada tipo de pradera. Las vaquillas se pesaron mensualmente. El peso promedio inicial de las vaquillas en las praderas asociadas y en monocultivo de Tanzania fue de 282.7 y 276.01 kg, respectivamente. Las variables evaluadas fueron ganancia de peso corporal (GPC), ganancia diaria de peso (GDP), peso final (kg/animal), cambio de peso (%) y rendimiento de carne (kg/ha). Los valores de GPC (422.5 vs. 389 kg), la GDP (0.466 vs. 0.389) y el rendimiento de carne/ha (200.5 vs. 166.0) fueron superiores estadísticamente en la pradera asociada que en monocultivo. La ganancia diaria de peso fue mayor en la época de seca (0.632 kg), comparado con la época de lluvias (0.441 kg) y nortes (0.213 kg). La pradera asociada de Leucaena con Tanzania, mejoró el crecimiento de vaquillas y durante la época de seca, la leguminosa podría contribuir de manera muy importante en la nutrición de estos rumiantes, evitando las frecuentes pérdidas de peso observadas durante el estiaje.

**Palabras clave:** praderas asociadas, Leucaena, Tanzania, vaquillas, crecimiento.

### INTRODUCCIÓN

En el trópico mexicano, casi la totalidad de la superficie en pastoreo está dominadas por gramíneas en monocultivo. La ganadería en el Estado de Yucatán, presenta una diversidad de sistemas de producción con sistemas variados de alimentación, desde los que tienen vegetación nativa como única fuente alimenticia, hasta los sistemas empresariales que incluyen en su integración y operación componentes tecnológicos que pasaron a formar parte del manejo como son; nutricional, genético, reproductivo y utilización de pastos mejorados para la mejora de los hatos (Gamboa *et al.*, 2005; Segura *et al.*, 2006). Entre los pastos mejorados, se encuentran principalmente como monocultivos de zacate Guinea (*Panicum maximum*), Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) Brizantha (*Brachiaria brizantha*) con carga animal promedio de una vaca por ha por año (Mejía *et al.*, 2010). La mayoría de la superficie cubierta por las gramíneas tropicales no cubre los requerimientos nutricionales de los rumiantes para que estos expresen su máxima producción. Las principales limitaciones son la poca disponibilidad durante al menos seis meses del año y el bajo valor nutritivo durante la mayor parte del crecimiento activo de la pastura. Estos déficits, pueden ser cubiertos mediante el uso de especies arbóreas en asociación a los pastos ('t Mannelje, 1984). Mientras que los pastos en etapa de madurez presentan entre 3 y 10 % de proteína, las leguminosas arbustivas tienen un contenido entre 12 y 30 % de proteína cruda. Debido a que las leguminosas forrajeras representan un considerable potencial proteico para dietas de relativa baja calidad como las apacentadas en praderas, sistemas silvopastoriles que incluyan franjas de Leucaena que destaca por su valor nutricional, adaptación al pastoreo, al corte, palatabilidad, buena asociación con la mayoría de los pastos, tolerancia a los periodos

de sequía, al fuego y por ende constituir un recurso forrajero de gran importancia para la ganadería tropical (Dalzell *et al.*, 2006), además podrían mejorar el rendimiento de forraje (Castillo *et al.*, 2013; Wencomo, 2005), su valor nutritivo (Wencomo, 2005; Alonso *et al.*, 2008) e influir sobre la eficiencia productiva y reproductiva del ganado doble propósito en crecimiento (Ramírez *et al.*, 2007).

### **Objetivo**

El objetivo del trabajo fue cuantificar el crecimiento estacional de vaquillas doble propósito apacentando praderas de pasto Tanzania asociadas con franjas de Leucaena.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Área de estudio**

El estudio se desarrolló en condiciones de temporal en terrenos del Sitio Experimental Tizimín del INIFAP, en Tizimín, Yuc., de septiembre de 2012 a septiembre de 2013. El periodo de adaptación fue de 60 días (septiembre a octubre de 2012) y de evaluación de 307 días (noviembre de 2012 a septiembre de 2013).

#### **Tratamientos**

Los tratamientos fueron 9 ha de pasto Tanzania (*Panicum maximum* Jacq.) asociadas con franjas de 3 hileras de Leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Witt) con 50 cm de separación entre ellas, apartadas cada 5 m con golpes de siembra (espeque) cada 50 cm con densidad de 10, 200 plantas/ha y 9 ha de praderas de Tanzania en monocultivo (testigo).

#### **Desarrollo experimental**

Cada tipo de pradera se subdividió en 15 potreros de 0.6 ha. La rotación de los bovinos en las praderas permitió 3 días de ocupación y 42 de descanso. Se evaluó el crecimiento de 13 hembras cruzas Suizo x Cebú apacentando cada tipo de pradera, el peso promedio inicial de las vaquillas en las praderas asociadas y en monocultivo de Tanzania fue 282.7 y 276.0 kg, respectivamente. Los bovinos contaron con acceso a la pradera de 3 de la tarde a 8 de la mañana (horario tradicional de pastoreo en el oriente de Yucatán). En las praderas, la respuesta animal fue registrada mensualmente y para fines de análisis se agrupó en la época de nortes (noviembre a febrero), seca (febrero a mayo) y lluvias (mayo a septiembre); los días de pastoreo correspondientes a dichas épocas fueron en ese orden 93, 88 y 126.

#### **VARIABLES CUANTIFICADAS**

Las variables fueron ganancia de peso corporal (GPC), ganancia diaria de peso (GDP), peso final (kg/animal), cambio de peso (%) y rendimiento de carne (kg/ha).

#### **Análisis estadístico**

Los datos finales de peso, ganancia de peso corporal, ganancia diaria de peso (GDP), cambio de peso y rendimiento total, se sometieron a un análisis de varianza de una vía en un diseño completamente al azar, teniendo como covariable el peso inicial de los bovinos. Las medias de cuadrados mínimos fueron separadas por el valor de F, al 5% de probabilidad (SAS, 2009); cada tratamiento o pastura contó con 13 bovinos como repeticiones. En análisis separado, el efecto de época en las variables antes mencionadas se evaluó en un arreglo bifactorial 3 (época) x 2 (pastura) en un diseño completamente al azar, mediante PROC MIXED en SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC); medias de cuadrados mínimos se compararon por pruebas de t, al 5% de probabilidad.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Las variables analizadas fueron afectadas ( $P \leq 0.05$ ) por el tipo de pradera (Cuadro 1) y la época del año (Cuadro 2); no se encontró interacción entre estos dos factores.



En las praderas, al finalizar la prueba de 307 días que quedó comprendida en las épocas de nortes, seca y lluvias, se observaron que las vaquillas apacentando en praderas de Tanzania asociadas con *Leucaena* finalizaron con un peso significativamente ( $P \leq 0.05$ ) superior (422.5 kg) al de vaquillas apacentando en praderas de monocultivo (398.0 kg); estos aumentos significaron mayores ( $P \leq 0.05$ ) GPC y GDP en los bovinos en praderas asociadas (143.2 y 0.466 kg) que en monocultivo de Tanzania (118.7 y 0.389 kg), respectivamente. Al respecto Milera (2013), reporta valores de GDP (0.419 y 0.242 kg) para praderas asociadas de *Leucaena* y en monocultivos de pastos naturales, respectivamente; que fueron menores a los 0.466 y 0.389 kg/animal/día encontrados en este trabajo. Las prácticas de mejoramiento de praderas asociando *Leucaena* en praderas de Tanzania, permitió a las vaquillas ganar 9% más peso corporal que aquellas apacentando el monocultivo de Tanzania (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ganancia de peso y rendimiento de vaquillas Suizo-Cebú apacentando praderas de pasto Tanzania y Tanzania asociada con franjas de *Leucaena*, en el oriente de Yucatán.

Variable e índices	Tipo de pradera	
	Tanzania monocultivo	en Tanzania asociado a <i>Leucaena</i>
Peso inicial, kg <sup>1</sup>	276.0	282.7
Peso final, kg <sup>2</sup>	398.0b <sup>3</sup>	422.5a
Ganancia de peso corporal, kg <sup>4</sup>	118.7b	143.2a
Ganancia diaria de peso, kg	0.389b	0.466a
Cambio de peso, %	42.9b	51.7a
Rendimiento, kg/ha	166.1b	200.5a

<sup>1</sup> Peso inicial fue medido el 14 de noviembre de 2012 (después de un periodo de adaptación de 60 días); el peso inicial fue covariable dentro del modelo en el ANDEVA.

<sup>2</sup> Peso final fue medido el 17 de septiembre de 2013.

<sup>3</sup> Medias de cuadrados mínimos con distinta literal entre columnas difieren a  $P \leq 0.05$ .

<sup>4</sup> Duración de prueba de pastoreo, 307 días.

En las praderas de Tanzania asociadas con *Leucaena* (Figura 1), las vaquillas apacentando 93, 181 y 307 días, registraron en ese orden 5.1, 6.4 y 7.8 % mayor peso corporal que aquellas vaquillas en pasturas de Tanzania en monocultivo.

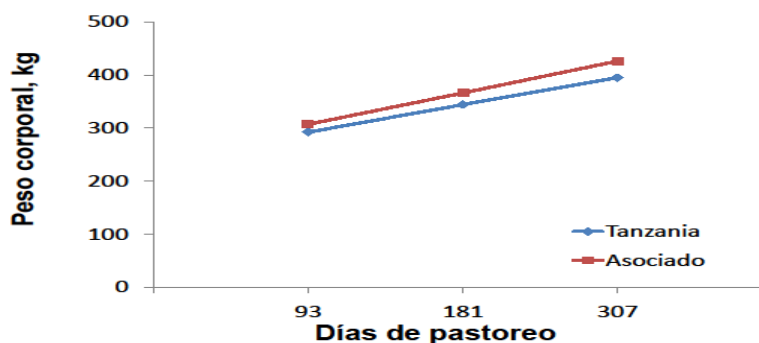


Figura 1. Peso corporal de vaquillas Suizo-Cebú apacentando praderas de pasto Tanzania en monocultivo y Tanzania asociado con franjas de *Leucaena*, en el oriente de Yucatán.

Durante los 307 días de pastoreo, las vaquillas apacentando las praderas asociadas registraron mayor producción de carne que aquellas en monocultivo de pasto Tanzania. A los 93, 181 y 307 días de pastoreo, el rendimiento de carne por hectárea fue 50.0, 13.2 y 17.9 % superior en vaquillas en pasturas asociadas comparado con pasturas de únicamente la gramínea. La mayor diferencia en el rendimiento de carne por hectárea observado a los 93 días de pastoreo (50 %)

se atribuyó a la mejor calidad, alta disponibilidad de forraje para los animales y selectividad en la pradera asociada comparado con el monocultivo de Tanzania. Del día 181 al 307, el rendimiento de las vaquillas apacentando la pastura asociada continuó incrementándose, mientras que aquellas apacentando Tanzania registraron una leve disminución, quizás debido a la baja calidad del forraje (Figura 2).

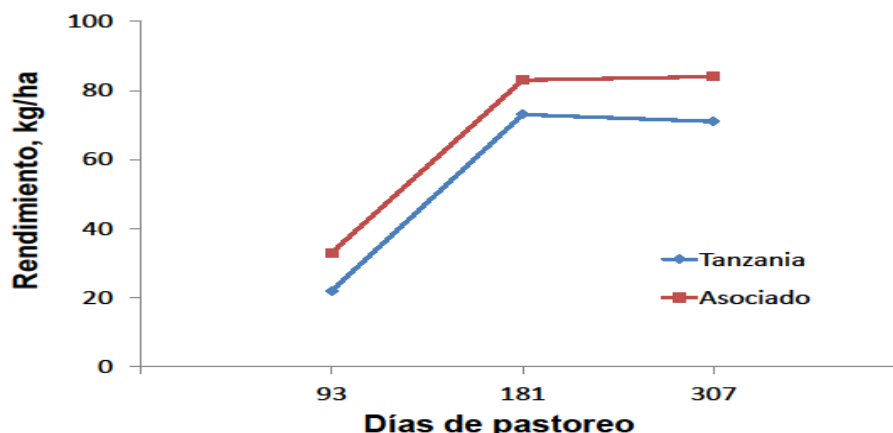


Figura 2. Rendimiento de carne por hectárea de vaquillas Suizo-Cebú apacentando praderas de pasto Tanzania en monocultivo y Tanzania asociado con franjas de Leucaena, en el oriente de Yucatán.

Entre épocas, la asociación Leucaena-Tanzania permitió en las épocas lluvias, exhibir significativos ( $P < 0.05$ ) aumentos en peso corporal comparado con la época de seca y nortes con 410.7, 354.7 y 299.1 kg, respectivamente (Cuadro 2). Lo anterior se debió a que la evaluación inició con la entrada de los animales en la época de nortes, seca y lluvias y de acuerdo a la tasa de crecimiento de vaquillas. La ganancia de peso corporal por época fue mayor ( $P < 0.05$ ) en la época de lluvias (55.6 kg) y seca (55.6 kg) comparado con la época de nortes (19.8 kg); que se vio favorecida en la época de lluvias por mayor calidad del pasto en la asociación y en la seca, por forraje de mejor calidad y consumo en la asociación por efecto de la Leucaena. La ganancia diaria de peso fue mayor en la época de seca (0.632 kg), comparado con las épocas de lluvias y nortes con 0.441 y 0.213 kg, respectivamente, aquí juega un papel muy importante la Leucaena en la asociación por el aporte de proteína en la dieta de las vaquillas en pastoreo de la pradera asociada, según señala Kú *et al* (2014). La práctica del mejoramiento de praderas con la inclusión de Leucaena en la pradera de Tanzania, permitió a las vaquillas ganar 3 y 11.5 % más de peso en la época de seca, respecto a las épocas de lluvias y nortes, respectivamente (Cuadro 2).

Kú *et al.* (2014) señalan que en Michoacán en estudios con bovinos que pastoreaban sistemas silvopastoriles con asociación de Tanzania y 30,000 plantas de Leucaena/ha obtuvieron mayores valores (0.770 kg de GDD) a los encontrados (632.0 kg) en la época de seca en el presente trabajo.

Cuadro 2. Ganancia de peso y rendimiento de vaquillas Suizo-Cebú en tres épocas del año, promediados a través de praderas de pasto Tanzania asociado con franjas de *Leucaena* y Tanzania en monocultivo.

Variable e índices	Época		
	Nortes <sup>1</sup>	Seca	Lluvias
Peso corporal, kg <sup>2</sup>	299.1c <sup>3</sup>	354.7b	410.7a
Ganancia de peso corporal por época, kg	19.8b	55.6a	55.6a
Ganancia diaria de peso, kg	0.213c	0.632a	0.441b
Cambio de peso, %	7.2c	18.7a	15.7b
Rendimiento, kg/ha	27.7b	77.8a	77.8a

1 Nortes, seca y lluvias correspondieron de noviembre a febrero, marzo a mayo y junio a septiembre, respectivamente.

2 Los pesos corporales alcanzados en nortes, seca y lluvias se registraron el 15 de febrero, 14 de mayo y 17 de septiembre de 2013, respectivamente.

3 Medias de cuadrados mínimos con distinta literal entre columnas difieren a  $P \leq 0.05$ .

## CONCLUSIONES

La práctica de intercalar franjas de *Leucaena* en praderas de Tanzania, permitió mejorar el crecimiento de vaquillas Suizo-Cebú y se destaca que durante la época de seca, la leguminosa podría contribuir de manera muy importante en la nutrición de estos rumiantes, evitando las frecuentes pérdidas de peso observadas en el trópico durante el estiaje.

## Agradecimientos

Los autores expresan su reconocimiento a la SAGARPA y al CONACYT por el financiamiento de este proyecto con clave: 2010-144591.

## LITERATURA CITADA

- Alonso, J., Febles G., Ruíz T.E. y Achang G. 2008. Características bromatológicas de guinea (*Panicum maximun* *vc. Likoni*) en un sistema silvopastoril con leucaena (*Leucaena leucocephala* *vc. Perú*). *Agrícola*. Tomo 42 (3): pp 295-298.
- Castillo, H. J., Rivas P.F. y Ortega R. L. 2013. Rendimiento estacional y anual de forraje en respuesta a la intersiembra de *Leucaena* en praderas de Guinea. IV Congreso Internacional de manejo de pastizales. I Simposio XXXIV Aniversario de Ganadería Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Texcoco, Edo. De México. pp 6-9.
- Dalzell, S., Shelton M., Mullen B. Larsen P. y McLaughlin K. 2010. *Leucaena A guide to establishment and management*. Meat & Livestock Australia Ltd. Sydney, Australia.
- Gamboa, M.J.V., Magaña M.A., Rejón A.M. y Pech M.V.C. 2005. Eficiencia económica de los sistemas de producción de carne bovina en el municipio de Tizimín, Yucatán, México. *tropical and Subtropical Agroecosystems*, 5: pp 79-84.
- Kú, V.J.C., Briceño E.G., Ruíz A., Mayo A.J., Ayala A.J., Aguilar C.F., Solorio F.J. y Ramírez L. 2014. Manipulación del metabolismo energético de los rumiantes en los trópicos: opciones para mejorar la producción y la calidad de la carne y leche. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. Vol 48 (1): pp 43-53.
- Mejía, B. G.T., Magaña J.G. Segura C.J.C., Delgado R.R.J. y Estrada L.R.J. 2010. Comportamiento reproductivo de vacas *Bos Indicus*, *Bos Taurus* y sus cruces en un sistema de producción vaca: cría en Yucatán México. Vol. 12 (2): pp 289-301.
- Milera, M. 2013. Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio ambiente. Estación Experimental de Pastos y forrajes "Indio hatuey", Matanzas Cuba. *Avances en Investigación Agropecuaria* 17 (3): pp 7-24.



- Ramírez, A. L., Ku V. J.C. y Alayón G. J.A. 2007. Follaje de árboles y arbustos en los sistemas de producción de doble propósito. Memoria XX Reunión ALPA. XXX Reunión APPA-Cusco-Perú. Arch. Latinoam. Prod. Anim. VOL. 15 (SUP. 1) p 251-264.
- SAS Institute Inc. 2009. SAS/STAT 9.2 User's Guide, Second Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Segura, C.V., Duarte V.F., Solís C.J. y Góngora E.J. 2006. Transferencia de tecnología en el sistema de producción vaca-cría en el oriente de Yucatán. XLII Reunión Nacional de Investigación pecuaria. Veracruz, Ver. p 310.
- 't Mannelje, L. 1984. Problems of animal production from tropical pastures. *In*: Hacker (ed.). Nutritional limits to animal production from pastures. C.A.B. London, UK. p 67-85.
- Wencomo, H.B. 2005. Comportamiento agronómico de una asociación de *Leucaena* con otras especies vegetales. Estación Experimental de Pastos y forrajes "Indio hatuey", Matanzas Cuba. Pastos y forrajes 23 (3): pp 221-232.



## COMPONENTES DE VARIANZA Y HEREDABILIDAD DE LA PERMANENCIA PRODUCTIVA EN LA POBLACIÓN CHAROLAIS - CHARBRAY MEXICANA

Ríos-Utrera A.\*<sup>1</sup>, Montaña-Bermúdez M.<sup>2</sup>, Martínez-Velázquez G.<sup>3</sup>, Baeza-Rodríguez J.J.<sup>4</sup>,  
Vega-Murillo V.E.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental La Posta-CIR Golfo Centro, <sup>2</sup>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, <sup>3</sup>Sitio Experimental El Verdineño-CIR Pacífico Centro, <sup>4</sup>Campo Experimental Mochochá-CIR Sureste, <sup>5</sup>Dirección Regional-CIR Golfo Centro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).  
Área: Ganadería

T-34

### RESUMEN

Se ha demostrado que, en promedio, una vaca tiene que producir por lo menos cinco crías para cubrir los costos asociados con su desarrollo y mantenimiento. Siendo así, vacas que salen del ható antes de los seis años de edad, no nada más no produce ganancias, sino que ni siquiera se recupera el dinero invertido en su desarrollo o adquisición. El objetivo fue estimar los componentes de varianza y la heredabilidad de la permanencia productiva de vacas de una población multirracial. Los datos fueron proporcionados por la Charolais-Charbray Herd Book de México. Se utilizaron los registros de partos (N= 19,510) de 3,756 vacas Charolais, Charbray y Charolais x Cebú con diferentes proporciones de genes Charolais. Los partos ocurrieron en un periodo de 58 años, de 1952 a 2009. Las vacas Charolais x Cebú se generaron durante el proceso de absorción hacia la raza Charolais, y durante la creación de la raza sintética Charbray. La permanencia productiva se definió como la probabilidad de que una vaca que tuvo una cría antes de los 3 años de edad tenga una segunda o más antes de los 6 años. Las vacas con más de 3 años de edad y una sola cría en la base de datos fueron eliminadas (10.8 %). La permanencia productiva se codificó como 1 si la vaca tuvo por lo menos dos crías a los 6 años de edad; en caso contrario, se codificó como 0. El análisis se hizo aplicando un modelo semental en el que se incluyó el grupo contemporáneo (ható-año-época) como un efecto ambiental fijo, y la proporción de genes Charolais, heterocigosis y pérdidas por recombinación de la vaca como efectos genéticos fijos. Los análisis se realizaron con el programa MTDFREML. Los estimadores de la varianza fenotípica, varianza aditiva, varianza del error y heredabilidad fueron: 0.12604, 0.0166, 0.12189 y  $0.13 \pm 0.008$ , respectivamente. Existe suficiente variación genética para obtener respuesta a la selección.

**Palabras clave:** Bovinos Carne, Permanencia productiva, Componentes de varianza, Heredabilidad.

### INTRODUCCIÓN

Según el CONARGEN (2010), la producción mexicana de carne de res de alta calidad está basada en el uso de razas originarias de Francia (Charolais, Limousin, Salers), Inglaterra (Angus, Hereford), Suiza (Braunvieh, Simmental) y los Estados Unidos de América (Brangus, Charbray, Santa Gertrudis, Simbrah). Entre estas razas productoras de carne, las razas Charolais y Simmental son las más predominantes en nuestro país. La asociación Charolais - Charbray Herd Book de México cuenta con una base de datos con 303,000 animales de registro, aproximadamente. Animales Charolais puros y cruzados son muy bien aceptados por los productores mexicanos porque su carne es bien aceptada en los mercados locales e internacionales, y porque tienen buena adaptabilidad a un amplio rango de condiciones ambientales.

La rentabilidad de las empresas productoras de carne bovina depende de dos componentes principalmente: crecimiento del becerro y fertilidad de la hembra. Sin embargo, el

mejoramiento de la fertilidad de la hembra ha recibido poca atención en México. Por ejemplo, de una lista de diez características, la circunferencia escrotal y la permanencia productiva son las únicas dos características de fertilidad que son consideradas en las evaluaciones genéticas mexicanas de las distintas razas productoras de carne que existen en nuestro país. Por otro lado, de las 21 razas productoras de carne con evaluaciones genéticas, solo para 9 razas se publican diferencias esperadas en la progenie para circunferencia escrotal, mientras que solo para dos razas (Simmental y Simbrah) se publican diferencias esperadas en la progenie para permanencia productiva (CONARGEN, 2010). La permanencia productiva es una característica económicamente importante debido a la gran influencia que ejerce sobre la rentabilidad del hato. Una mayor permanencia productiva está asociada con una disminución del costo anual de la producción de vaquillas de reemplazo, aumento de la producción del hato y aumento del desecho voluntario (Maiwashe *et al.*, 2009). El objetivo de la presente investigación fue estimar los componentes de varianza y la heredabilidad de la permanencia productiva de vacas de una población multirracial criada en México.

### MATERIALES Y MÉTODOS

La información fue proporcionada por la Charolais - Charbray Herd Book de México. Se usaron registros de partos de 19,500 vacas Charolais, Charbray y Charolais x Cebú con diferentes proporciones de genes Charolais. La edad de las vacas varió de 2 a 13 años de edad. El número de vacas por composición racial de la población multirracial evaluada se presenta en el Cuadro 1. Las vacas Charolais x Cebú fueron producidas durante el proceso de creación de la raza Charolais mexicana y durante el proceso para producir la raza sintética Charbray, la cual tiene una composición genética de 5/8 Charolais-3/8 Brahman. Los partos ocurrieron en un periodo de 50 años, de 1960 a 2009. Las 19,500 vacas estuvieron distribuidas en 574 hatos de la República Mexicana y fueron hijas de 3,756 sementales. El número promedio de hijas por semental fue 5.2. El número de sementales por composición racial se presenta en el Cuadro 2.

La característica analizada fue la permanencia productiva. Esta se definió como la probabilidad de que una vaca tenga un segundo becerro a los 6 años de edad dado que tuvo un primer becerro a los 3 años de edad. Las vacas que parieron después de los tres años de edad por primera vez (10.8 %) fueron eliminadas de la base de datos. La permanencia productiva se codificó como 1 si la vaca tuvo dos becerros, por lo menos, antes de los 6 años de edad; de lo contrario, se codificó como 0. El número de vacas cuya permanencia productiva se codificó como 1 fue 12,126, mientras que el número de vacas cuya permanencia productiva se codificó como 0 fue 7,384. La media o porcentaje de vacas que tuvieron dos o más becerros antes de los 6 años de edad, dado que tuvieron un becerro antes de los 3 años de edad fue 62.2 %.

Cuadro 1. Composición racial de vacas de una población multirracial mexicana

Composición racial	Número de vacas
1/2 Charolais	88
1/4 Charolais	22
15/16 Charolais	964
3/4 Charolais	20
3/8 Charolais	1
31/32 Charolais	1,117
7/8 Charolais	548
Charbray <sup>a</sup>	293
Charolais	16,457

<sup>a</sup>5/8 Charolais-3/8 Brahman.

Cuadro 2. Composición racial de sementales de una población multirracial mexicana

Composición racial	Número de sementales
1/2 Charolais	1
1/4 Charolais	17
15/16 Charolais	1
3/4 Charolais	8
Brahman	19
Charbray <sup>a</sup>	61
Charolais	3,649

<sup>a</sup>5/8 Charolais-3/8 Brahman.

El análisis de los datos se realizó aplicando un modelo semental, el cual incluyó el grupo contemporáneo como un efecto ambiental fijo, y la proporción de genes Charolais, la heterocigosis y las pérdidas por recombinación en la vaca como efectos genéticos fijos. El grupo contemporáneo fue definido como vacas nacidas en el mismo año, época y ható. Se definieron cuatro épocas de nacimiento: enero-marzo (Época 1), abril-junio (Época 2), julio-septiembre (Época 3) y octubre-diciembre (Época 4). Los grupos contemporáneos que no presentaron variabilidad; es decir, los grupos que solo presentaron información de éxito o fracaso, fueron eliminados de la base de datos. Los coeficientes de heterosis y las pérdidas por recombinación en la vaca fueron calculados usando la siguiente fórmula propuesta por Akbas *et al.* (1993):

$$\text{Heterosis} = Ps(1 - Pd) + Pd(1 - Ps)$$

$$\text{Pérdida por recombinación} = Ps(1 - Ps) + Pd(1 - Pd),$$

donde Ps y Pd son las proporciones de la raza Charolais en el padre y la madre de la vaca, respectivamente. El coeficiente de las pérdidas por recombinación describe la fracción promedio de pares de loci que segregan independientemente en los gametos de ambos padres, los cuales se espera que no sean combinaciones paternas (Dickerson, 1973). Demeke *et al.* (2003) concluyeron que el excluir del modelo los efectos de heterosis y pérdidas por recombinación que se presentan en los animales, resulta en la sobreestimación de las varianzas genéticas directa y materna y de la heredabilidad directa. Los análisis se realizaron con el programa MTDFREML desarrollado por Boldman *et al.* (1995).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los estimadores de varianza de semental, residual y fenotípica para permanencia productiva se presentan en el Cuadro 3. La varianza genética fue estimada como cuatro veces la varianza de semental. El estimador de heredabilidad fue 0.13, el cual sugiere que existe suficiente variación genética para mejorar la permanencia productiva a través de selección. Este estimador de heredabilidad es similar al estimador de heredabilidad correspondiente (0.14) reportado para las razas mexicanas Simmental y Simbrah en su último sumario de sementales (AMSS, 2013). Vega-Murillo (1999) reportó que estimadores de heredabilidad en la escala observada para varias definiciones de permanencia productiva al parto variaron de 0.05 a 0.18. En un estudio con vacas Hereford, Martínez *et al.* (2004), aplicando un modelo semental lineal, observaron que los estimadores de heredabilidad variaron de 0.18 a 0.24 para cinco características de permanencia productiva definidas como la probabilidad de que una vaca tuviera 2, 3, 4, 5, o 6 becerros, dado que la vaca había parido a los 2 años de edad. En un estudio más reciente, Beckman *et al.* (2006) reportaron estimadores de heredabilidad para permanencia productiva a los 6 años de edad que fueron de 0.08 a 0.19.



Cuadro 3. Estimadores de componentes de varianza y heredabilidad para permanencia productiva

	Estimador
Varianza de semental	0.00415
Varianza residual	0.12189
Varianza fenotípica	0.12604
Varianza genética	0.01660
Heredabilidad	0.13

### CONCLUSIONES

El estimador de heredabilidad obtenido en el presente estudio está dentro del intervalo o es cercano a los estimadores de heredabilidad reportados previamente en la literatura científica, y sugiere que la permanencia productiva podría ser incluida en un programa de selección.

### LITERATURA CITADA

- Akbas, Y., Brotherstone, S., and Hill, W.G. 1993. Animal model estimation of non-additive genetic parameters in dairy cattle, and their effect on heritability estimation and breeding value prediction. *J. Anim. Breed. Genet.* 110:105-113.
- AMSS. Asociación Mexicana Simmental - Simbrah. 2013. Sumario de semantales 2013. 116 p.
- Beckman, D.W., Speidel, S.E., Brigham, B.W., Garrick, D.J., and Enns, R.M. 2006. Genetic parameters for stayability and body condition score in beef females. *Proceedings, Western Section, Am. Soc. Anim. Sci.* 57:93-95.
- Boldman, K.G., Kriese, L.A., Van Vleck, L.D., Van Tassell CP, Kachman SD. 1995. A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances (Draft). USDA, ARS, Washington, DC. 114 p.
- CONARGEN. Consejo Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios, A.C. 2010. Guía técnica de programas de control de producción y mejoramiento genético de bovinos carne. 68 p.
- Demeke, S., Naser, F.W.C., and Schoeman, S.J. 2003. Variance components and genetic parameters for early growth traits in a mixed population of purebred *Bos indicus* and crossbred cattle *Livest. Prod. Sci.* 84:11-21.
- Dickerson, G.E. 1973. Inbreeding and heterosis in animals. In: *Proceedings of animal breeding and genetics symposium in honor of Dr. Jay L. Lush.* Champaign, IL, American Society of Animal Science. Pp. 54-77.
- Maiwashe, A., Nephawe, K.A., and Theron, H.E. 2009. Analysis of stayability in South African Angus cattle using a threshold model *S. Afr. J. Anim. Sci.* 39(1):55-60.
- Martínez, G.E., Koch, R.M., Cundiff, L.V., K. E. Gregory, S. D. Kachman and L. D. Van Vleck. 2005. Genetic parameters for stayability, stayability at calving, and stayability at weaning to specified ages for Hereford cows *J. Anim. Sci.* 83:2033-2042.
- Vega-Murillo, V.E. 1999. Herd life, stayability and lifetime production in beef cattle. Ph. D. Dissertation, University of Nebraska, Lincoln.





## BLOQUES NUTRICIONALES CON HOJA DE NEEM (*Azadirachta indica* A. Juss) PARA EL CONTROL DE PARÁSITOS GASTROINTESTINALES EN BOVINOS

Jiménez R. D<sup>1</sup>., Córdova G. O<sup>1</sup>., Báez R. U. A<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Popular de la Chontalpa. Km 2. Carretera Cárdenas-Huimanguillo, Cárdenas, Tabasco, México. E. mail: urielbaez@hotmail.com

T-49

### RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de adicionar hojas de Neem, (*Azadirachta indica* A. Juss), en bloques nutricionales, sobre el número de huevos de parásitos gastrointestinales, se realizó un estudio experimental, se emplearon 14 becerros de diferentes tipos raciales con una condición corporal promedio de 2.2, se les evaluó la condición corporal inicial y final por el método de la escala de 1 a 5 (1=muy flaco; 5=obeso). Se utilizaron hojas de Neem que fueron deshidratadas y mezcladas con pasta de coco, maíz molido, alfalfa, urea, melaza y cal para preparar los bloques que fueron suministrados *ad libitum* a los animales que se encontraban a pastoreo de gramíneas. Se elaboraron 4 bloques nutricionales tres de 9.3 kg y uno de 8.0 kg a cada uno de los cuales se les adiciono 50 gramos de hojas secas de Neem. Se manejan los resultados como dos grupos, aun siendo el mismo lote de animales, el grupo testigo es considerado el total de animales previo al consumo de bloques y como grupo experimental se maneja el total de animales posterior al consumo de los bloques, cada etapa tuvo una duración de un mes. Se recolectaron muestras coprológicas directamente del recto semanalmente, cuatro semanas antes y cuatro semanas después de suministrar los bloques. La carga parasitaria (huevos por gramo de heces) se estimó mediante la técnica de Mc Master modificada. Se observaron recuentos bajos de hpg antes y después de la aplicación de los bloques, los cuales se mantuvieron en un rango de 0-2 hpg en el transcurso de los 8 muestreos. El empleo de bloques nutricionales adicionados con hojas de Neem, coadyuva para mantener cargas parasitarias bajas en los bovinos, al ser suministrada de manera rutinaria. Los datos se analizaron por medio de análisis de varianza y comparación de medias, utilizando el programa Excel (Microsoft Office 2010), sin encontrar diferencia estadística significativa.

**Palabras Clave:** Neem, Control, Nematodos gastrointestinales, Bovinos.

### INTRODUCCIÓN

La cría de rumiantes en el trópico, obtiene su mayor fuente de recursos alimenticios en el pastoreo de forrajes (Arasque y Rosso, 1993), los cuales producto del manejo, calidad del suelo y condiciones climáticas locales, fluctúan en cantidad y calidad. De esta manera, una fuente abundante y barata de alimentación, se convierte en el origen de una importantísima limitante de tipo nutricional. Esta situación deriva de su digestibilidad y consumo, así como de los bajos contenidos de nutrientes que comúnmente encontramos en estos recursos fibrosos, los cuales además sufren de una drástica reducción de la oferta en épocas críticas (Ríos y Combellas, 1996). El uso de bloques multinutricionales (BM) representa una alternativa económica, práctica y segura para proporcionar nitrógeno no proteico, minerales y otros nutrientes a rumiantes en pastoreo (Araque y Cortez, 1998) y favorecer la utilización de materiales fibrosos de baja calidad.

Sandoval *et al.*; 1995. Indican que en el medio tropical una gran variedad de agentes patógenos encuentran el ambiente ideal para su desarrollo. Muchos de esos agentes, principalmente parásitos, afectan de diversas maneras la integridad de los organismos que sirven de hospedadores y con marcada frecuencia un hallazgo común dentro de los cuadros clínicos consecuenciales, los constituyen los procesos anémicos. Los Parásitos internos gastroentéricos,

son un problema importante en la explotación de becerros, se caracterizan por la presencia de diarreas, anemia, falta de apetito, pérdida de peso y retraso en el crecimiento, además predisponen de otras enfermedades y en algunos casos la muerte, todo lo cual se traduce en pérdidas económicas.

En las áreas tropicales la producción animal se ve afectada por numerosos factores, entre ellos la incidencia de parásitos gastrointestinales, los cuales a través de sus variados efectos limitan marcadamente la productividad animal; haciéndose necesario el establecimiento de programas integrales de control, que consideren, además de la aplicación estratégica de antihelmínticos, aspectos como rotación de potreros, selección genética de animales resistentes y suplementación alimenticia entre otros. (Aumont, *et al*, 1997). Entre las alternativas disponibles se menciona el empleo de fitofármacos. Ante lo antes expuesto diversas especies vegetales han sido empleadas, entre ellas el árbol Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) especie originaria de la India donde se ha empleado en medicina tradicional.

La obtención de productos naturales de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) se mencionan con un amplio espectro de acción contra plagas agrícolas y pecuarias, constituye hoy una importante alternativa en el desarrollo de la agricultura sostenible y ecológica. Tal apreciación se fundamenta por el hecho de presentar además esos productos una fácil degradación, sin dejar residuos contaminantes en los agroecosistemas y presentar muy baja toxicidad al hombre y a los animales de sangre caliente. Por lo que en la actualidad se elaboran y usan en muchos países, a partir de tecnologías artesanales e industriales (Estrada, *et al*, 2009).

Díaz, *et al*, (1999) menciona que con el transcurso del tiempo, la aplicación de antiparasitarios e insecticidas químicos en las explotaciones pecuarias, se ha visto reflejada en los efectos negativos tanto en el medio ambiente como en los semovientes, ya sea por la contaminación del entorno o por residuos moleculares en los subproductos de origen animal, lo que ha impulsado tanto a los productores como a los consumidores e investigadores, a buscar nuevas alternativas que permitan un control eficiente de las poblaciones parasitarias mediante la utilización de productos amigables con el medio ambiente. Diversas especies vegetales han sido empleadas, entre ellas el árbol Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) especie originaria de la India y Birmania donde se ha empleado en la medicina tradicional. Es ampliamente conocido como bioinsecticida, se indica que controla más de 400 especies de insectos, varias especies de arañas y nematodos.

### **Objetivo**

Evaluar el efecto que produce la ingestión de hojas deshidratadas de Neem, (*Azadirachta indica* A. Juss), incluido en bloques nutricionales, sobre la carga parasitaria en becerros de engorda en pastoreo.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo se realizó en el poblado C-31 Gral. Francisco Villa, en la región de la Chontalpa de Huimanguillo Tabasco, en la época de Nortes. El sitio experimental dispone de una superficie de 5 ha, siendo un solo potrero entre que se encuentran pasto Alicia (*Cynodon dactylon*) y pasto Estrella (*Cynodon nlemfluensis*). El clima es cálido-húmedo, la temperatura puede alcanzar los 45°C en épocas de seca, y por lo general, se ubica en un promedio de 23°C con pocas variaciones durante el año sus coordenadas son 17° 49' 17" N, 93° 25' 9" W.

Se emplearon 14 bovinos machos de las diferentes cruzas predominantes en la región con peso aproximado de 240 Kg los cuales se mantuvieron a pastoreo con gramíneas, se suplementaron con los bloques nutricionales *ad libitum* después del tercer muestreo. Se hicieron muestreos



semanales para estudios coproparasitoscopico, 30 días antes de iniciar a consumir bloques nutricionales con Neem y 30 días posteriores al inicio del consumo de los bloques.

El tipo de manejo es extensivo, los becerros no recibían suplementación, solo se proporcionaba sal común. El control de las parasitosis en el rancho se efectuaba exclusivamente con el uso de antihelmínticos comerciales. Las edades de los animales del presente trabajo oscilo entre los 18 a 24 meses de edad, los 14 animales fueron previamente desparasitados con ivermectina el día 13 de marzo del 2013, y llevados a este rancho para la realización de este trabajo, que inicio en su etapa experimental en el mes de agosto y concluyo en octubre de 2013, dentro de la denominada época de nortes en Tabasco.

Ante la necesidad de animales se optó por considerar como grupo testigo al total de animales, previo al consumo de bloques con Neem y como grupo experimental, a los mismos animales pero posterior al inicio del consumo de los bloques.

Para la determinación de la carga parasitaria, se tomaron muestras de heces en forma directa del recto de los animales, las muestras fueron colocadas en bolsas plásticas debidamente identificadas, se sellaron y se transportaron en una nevera conteniendo hielo, para su conservación hasta su traslado al laboratorio de QFB de la Universidad Popular de Chontalpa para su análisis. Como técnica coproparasitoscópica se empleó la técnica cuantitativa de McMaster y se utilizó solución salina sobresaturada (NaCl) como liquido de flotación. El recuento de huevos por gramos de heces se utilizó para establecer los niveles de infestación por estróngilos digestivos por animal.

Para la evaluación de la condición corporal se empleó el método de la escala (Martínez *et al.*, 1998), se empleó una escala de 1 (muy flaco) a 5 (obeso). Y se realizó al inicio, durante y al final del mismo.

Para la elaboración de los bloques nutricionales, se seleccionó el material a utilizar (hojas verdes de Neem), las cuales se deshojaron a mano, posteriormente fueron sometidas a desecación y pulverizados en un molino. A cada bloque nutricional se adicionará el equivalente de 50 gramos de hoja seca de Neem, se manejó una cantidad de un bloque por cada 7 animales. Los ingredientes que se utilizaron para los bloques fueron: Melaza, Urea, Cal, Alfalfa, Maíz molido, Pasta de coco, Hoja seca de Neem y Agua. Cada bloque tuvo un peso de entre 9.3 kg. Se proporcionaron a libre acceso.

La información generada se analizó por medio de análisis de varianza y comparación de medias, utilizando el programa Excel (Microsoft Office 2010). El número de huevos de parásitos gastrointestinales se trasformó a logaritmo natural para homogenizar la varianza y obtener una aproximación a la distribución normal. Se utilizó estadista descriptiva y se hace la comparación entre los muestreos en que se le suministro bloques nutricionales y en los que no se suministraron.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se hizo la comparación mediante estadística descriptiva: media, desviación estándar y análisis de varianza, entre cada uno de los muestreos en los que se dieron bloques nutricionales, contra los muestreos en los que no se proporcionaron bloques nutricionales. Los primeros tres muestreos no se proporcionaron bloques nutricionales adicionados con hoja seca de Neem, y al analizar la cantidad de huevos por gramos de heces (hpg) se determinó una carga parasitaria baja. El cuarto muestreo se realizó posterior a la disposición de bloques en los comederos, las muestras fueron tomadas antes de que iniciaran el consumo, posterior a este análisis ya se consideraron grupo experimental. Los resultados fueron los siguientes: en el primer muestro realizado solo se encontraron tres animales con hpg, lo cual representa el 21.43 % del total de

animales muestreados. Los datos de hpg fueron convertidos a logaritmos para que pudieran ser graficados de una manera más equitativa. La media aritmética del muestreo 1: fue de 0.39, la varianza de 0.59 y la desviación estándar de 0.77. En este muestreo la dispersión de los datos es grande debido a que en 11 animales no se encontraron huevos de parásitos gastrointestinales.

En el segundo muestro solo se encontró un becerro con 2 hpg, lo que representa el 7.14 de la población total. La media aritmética es 0.14, la varianza es 0.29 y la desviación estándar es de 0.53. Los datos varían mucho debido a que solo se encontró a un animal con huevos de parásitos. En el tercer muestreo no se encontró ningún animal con huevos de parásitos gastrointestinales. En el cuarto muestreo, que se hizo posterior a proporcionar los bloques nutricionales, No se encontraron huevos de parásitos gastrointestinales, aunado a lo anterior se informa que no hubo rechazo en el consumo del bloque.

El muestreo 5 realizado a los 7 días posteriores al consumo de bloques, en ninguno de los 14 animales se encontró huevos de parásitos gastrointestinales.

En el muestreo realizado a los 14 días postconsumo de bloques solo un becerro presento positividad leve con 1.7 hpg, lo que representa el 7.14 % de los animales muestreados. Su media aritmética es de 0.12, la varianza de 0.20 y la desviación estándar de 0.45. Para el muestreo 7 solo en un becerro se detectó positividad con 1.7 hpg. Esto representa el 7.14 % del total de becerros. La media aritmética es de 0.12, con varianza de 0.20 y desviación estándar de 0.45. En el octavo y último muestreo se encontró un animal con 1.7 hpg. Lo que significa el 7.14 % del total de becerros. En este caso la media aritmética es de 0.12, con varianza de 0.20 y desviación estándar de 0.45.

Después de la aplicación de los bloques nutricionales, en el muestreo 4 al 8 se encontró una carga parasitaria también baja y más estable, los animales se encontraban solo con 1.7 hpg o con ningún huevo de parásito. Durante los 61 días del experimento los animales mantuvieron niveles bajos de hpg, a pesar de las condiciones ambientales o climáticas.

En la figura 1 se presentan los ocho muestreos que se realizaron, los resultados están convertidos a logaritmo para facilitar la realización de las gráficas.

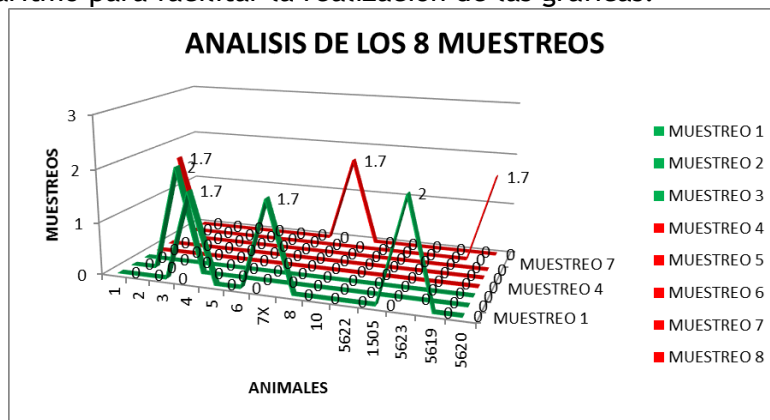


Figura 1. Gráfica general de los ocho muestreos

Se puede apreciar que en los 8 muestreos realizados, los animales se mantuvieron en un nivel bajo en el recuento de huevos por gramos de heces de parásitos, el rango en el cual se mantuvieron es de es 0-2 huevos por gramos de heces.

En la gráfica 2 se presentan los porcentajes obtenidos en cada uno de los ocho muestreos que se realizaron, en relación a la cantidad de animales que se encontraban con huevos de parásitos.

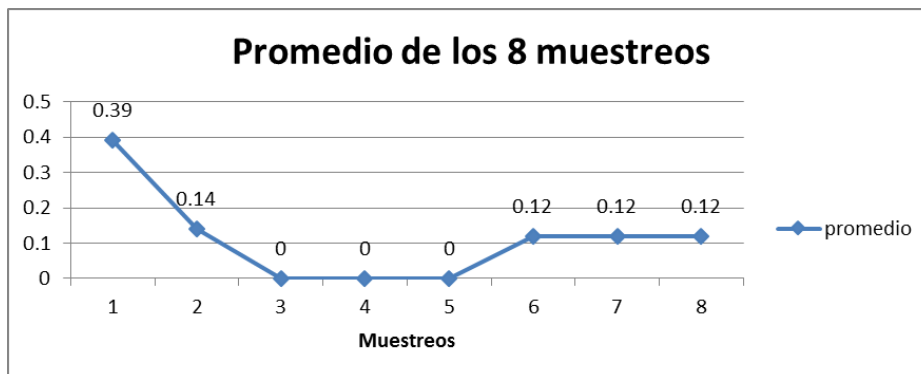


Figura 2. Promedio de HPG obtenidos de los muestreos

Los resultados del ANOVA se presentan en el cuadro 1, donde se aprecia que no hubo diferencia estadística significativa, entre los muestreos previos y posteriores al consumo de bloques adicionados con Neem.

Cuadro 1. ANOVA, Bloque nutricionales adicionados con Neem

Grupo	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Con bloques	56	7.92	0.14	0.23 a
Sin bloques	56	5.63	0.10	0.15 a

Varianza con la misma literal indica que no existe diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ).

Sandoval et al, 1995, mencionan que al utilizar bloques multinutricionales adicionado con *Gliricidia sepium*, la reinfección parasitaria es mucho menor que en aquellos que no la consumen, similar a lo observado en el presente estudio. La re infestación se puede dar de 30 a 45 días de una manera exponencial, después de la aplicación de un desparasitante. En este estudio a la cuarta semana la cantidad de huevos de parásitos gastrointestinales son de 0 a 1.7, y así se mantuvo hasta la octavo semana, se puede suponer que la utilización de bloques nutricionales adicionados con hojas de Neem alarga el periodo de reinfestación.

## CONCLUSIONES

El empleo de bloques nutricionales adicionados con hojas de Neem, coadyuva para mantener cargas parasitarias bajas en los bovinos, al ser suministrada de manera rutinaria.

- La utilización de bloques nutricionales adicionados con Neem además de su actividad parasitaria ayuda a mantener y/o mejorar la condición física de los animales.

## LITERATURA CITADA

- Araque, C. y L. Rosso. 1993. Evaluación de bloques multinutricionales con sin antihelmínticos en la alimentación de mautas. *Zootecnia Tropical*. 11(1):49-58.
- Araque, C. y R. Cortez. 1998. Evaluación del efecto de diferentes niveles de urea en bloques multinutricionales sobre el consumo de los bloques y ganancias de peso en mautas. *Revista de la facultad de agronomía*. (Luz). 15(2):180-187
- Aumont, G; Archimede, H; hostache, G; Mandonnet, N. i G Nzobadila. 1997. Integrated control of fromgylosif of small ruminantf in the humid tropic: a component of animal production sistem that requiered a pluridisciplinary approach. *Archivos latinoamericanos de production animal*. Vol 5 suplemento 1, 601-603
- Díaz, S. et al. (1999) Functional implications of trait-environment linkages in plant communities. In: *The Search for Assembly Rules in Ecological Communities* (Weiher, E. and Keddy, PA., et al. eds). Pp. 338-362, Cambridge University Press.



- Estrada, J, M.T. López y Nierka Puig: 2009 El Nim, una alternativa agroecológica sostenible. Manual técnico. Nueva Edición Ampliada, 32 pp.32.
- Sandoval, E.; A. Valle; R. Medina. 1995. Evaluación hematoquímica en vacas con problemas de fertilidad en dos unidades agroecológicas del bajo Tocuyo, estado Falcon. *Veterinaria Tropical*. 20(1):95-107.



## EVALUACIÓN IN VITRO DEL EFECTO DEL ACEITE DE NEEM SOBRE LA VIABILIDAD DE LA GARRAPATA BOOPHILUS MICROPLUS

López P. M.A<sup>1\*</sup>, Báez R.U.A<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Popular de la Chontalpa. Km. 2 Carretera Cárdenas-Huimanguillo, Cárdenas, Tabasco, México.

T-50

### RESUMEN

Con objeto de evaluar el aceite puro de Neem para el control de las garrapatas *Boophilus microplus*, se llevó a cabo un experimento in vitro. Se formaron 5 lotes de garrapatas a las cuales se les aplicó sumersión en aceite de Neem a diferentes diluciones, excepto en un grupo control al cual solamente se le aplicó agua. Se hicieron tres repeticiones a cada tratamiento y se determinó la viabilidad de las garrapatas en un periodo de 11 horas, se hicieron recuentos de garrapatas vivas y muertas cada hora. Los tratamientos empleados fueron: el tratamiento control: solo se aplicó agua; tratamiento 1: 25 % de aceite de Neem, tratamiento 2: 50 % de aceite de Neem; tratamiento 3: 75 % de aceite de Neem y Tratamiento 4: 100% de aceite de Neem. Los resultados obtenidos muestran que a las 11 horas, en los tratamientos 3 y 4 se registró la mortalidad del 85.7 % de las garrapatas expuestas, en los tratamientos 2 y 3, el porcentaje de mortalidad fue de 52.4 y 61.9 de mortalidad en las garrapatas expuestas, estos dos grupos presentaron diferencia estadística significativa  $p>0.05$ , frente a los grupos 3 y 4 y el grupo control, en este último no se observó mortalidad de las garrapatas a las 11 horas de observación.

### INTRODUCCIÓN

La utilización indiscriminada de productos químicos contra ectoparásitos que atacan al ganado bovino ha creado una resistencia natural contra estos productos, razón por la cual se han ido buscando métodos inocuos tanto para los animales, como para el planeta y para los consumidores de productos pecuarios (Pelcastre. O.A., *et al.*, 2004).

Para el control de los ectoparásitos es necesario tener un control ético y equitativo, por lo tanto los agentes empleados no deben ser tóxicos para el humano ni para la biodiversidad, se requiere que sean biodegradables, y que los parásitos que se pretende controlar no generen resistencia, aunado a lo anterior los costos deben ser bajos, para mantener una buena rentabilidad en la explotación (Revista Vinculando., 2008).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), encontró que el extractos de *Azadirachta indica* (Neem) no son tóxicos para seres humanos, animales e insectos auxiliares, por lo tanto muestran selectividad de ataque en las especies benéficas al medio ambiente (Castiglioni. E., *et al.*, 2002). Los extractos de Neem, no causan ninguna resistencia en los insectos, ya que la mezcla compleja de ingredientes activos, impide que adquieran inmunidad. (Osuna. L. E., 2005). Se reportan más de 200 insectos que son afectados o muestran susceptibilidad al extracto de *Azadirachta indica* (Neem), (Revista Vinculando., 2008).

El árbol de *Azadirachta indica* es originario de la India, pertenece a la familia de la caoba, provee de mucha sombra, su corteza es similar a la del nogal y su fruto asemeja una aceituna. Es un árbol que crece con facilidad, no requiere muchos cuidados, purifica el aire, virtualmente no tiene plagas, se considera que es un árbol noble porque es usado en la alimentación, como medicina y como plaguicida y además brinda madera. (Reyes., *et al* 2003).

En México, se encuentra en los Estados de Baja California, Baja California Sur, Sinaloa, Sonora, Nayarit, Colima, Campeche, San Luis Potosí, Guerrero, Quintana Roo, Yucatán, Nuevo León,



Veracruz, Oaxaca, Morelos, Chiapas, Guanajuato, Tabasco, Tamaulipas, Durango, dentro de los más importantes. (Osuna. L. E., 2000).

Las garrapatas son organismos que se encuentran de forma libre y en su ciclo biológico se alimenta de sangre de los animales domésticos. Estos ectoparásitos actúan como vectores de hemoparasitos de importancia para la salud de los animales domésticos y humanos, por eso es importante buscar métodos para combatir estas infestaciones. Las garrapatas pertenecen a la clase arácnida, su cuerpo y cabeza están fusionados, son ectoparásitos, su alimentación es de sangre y líquidos tisulares, a sus hospederos los afecta de forma directa por causar lesiones y por succión de sangre y de forma indirecta por transmisión de protozoos, rickettsias, bacterias y virus (INTA, 2011).

Las garrapatas *Boophilus* adultas requiere para su supervivencia temperaturas que van desde los 27 a los 39°C, y una humedad relativa de 60 a 80%, en México esta garrapata presenta de 3 a 4 picos de infestación, en las regiones tropicales es donde se presenta más frecuentemente el cuarto pico, por la temporada de lluvias (Iván., et al., 2006).

La garrapata del genero *Boophilus*, trasmite al ganado bovino la Babesiosis y la Anaplasmosis, también al estar parasitando al ganado ocasiona un estado anémico, por la pérdida continua de pequeñas cantidades de sangre que le causa la infestación de dicha garrapata, otro problema es la baja en las defensas, lo que ocasiona que otras enfermedades ataquen al ganado mermando su salud, además altera fisiológicamente la producción de carne y leche de buena calidad, al mismo tiempo provoca deterioro de la piel a consecuencia de las picaduras (UGRJ, 2006).

Es necesario buscar alternativas amigables con el ambiente y que impliquen el menor riesgo para la salud de los animales y de los consumidores de sus productos y subproductos, es en este sentido que surge la necesidad de investigar sobre productos orgánicos, que como los obtenidos del árbol del Neem, brindan opciones viables, de bajo costo y de mínimo riesgo en aspectos de inocuidad alimentaria, el aceite de Neem, al ser empleado para el control de las garrapatas en los bovinos, puede tener un impacto positivo sobre la economía y el medio ambiente, se ha demostrado que este producto no es toxico para el humano, además es un producto elaborado a partir de elementos naturales, no causa daños a los animales y por los diferentes componentes que contiene, es mínima la posibilidad de generar resistencia en las garrapatas.

### **Objetivo**

Evaluar la efectividad in vitro del aceite de Neem para el control de garrapatas *Boophilus microplus* del ganado bovino.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo se realizó en Cárdenas, Tabasco, en la Universidad Popular de la Chontalpa, ubicada en la carretera Cárdenas–Huimanguillo en el Km.2.0, en el laboratorio de QFB. La garrapatas *Boophilus Microplus* se recolectaron en el Rancho El Paraíso, ubicado en la R/a. Arena 2da sección de Huimanguillo, Tabasco, carretera Chontalpa–Malpaso.

Se utilizaron 140 garrapatas *Boophilus*, vivas. El aceite de Neem empleado provino de un lote comercial y el proceso de obtención fue por presión en frío. La semilla se colecta directamente del árbol, se le permite secar y se almacena en bolsas de yute o manta y en un lugar ventilado, con un tiempo máximo de 8 meses, se utilizan las semillas con un periodo de almacenamiento de 3 meses, El aceite se obtiene aplicando presión sobre el cotiledón de la semilla (sin cascarilla), utilizando una prensa manual, que puede ser de tornillo (Osuna, 2005). De esta manera se contó con el aceite virgen de Neem, que se empleó en el laboratorio para evaluar su eficiencia en control in vitro de garrapatas.



Las garrapatas se colectaron directamente de ganado bovino localizado en un rancho comercial ubicado en la ranchería arena 2<sup>da</sup> sección de Huimanguillo, Tabasco. Se colectaron al menos 140 garrapatas del género *Boophilus*, posteriormente se trasladaron al laboratorio para su colocación en cajas de Petri para su exposición al aceite de Neem.

Los tratamientos se distribuyeron de la siguiente manera:

Tratamiento uno: Testigo, a este no se le aplicó aceite de Neem, solo agua corriente

Tratamiento dos: 25 % de aceite de Neem diluido en agua corriente.

Tratamiento tres: 50 % de aceite de Neem diluido en agua corriente.

Tratamiento cuatro: 75% de aceite de Neem diluido en agua corriente.

Tratamiento cinco: 100% de aceite de Neem

Se formaron emulsiones que fueron empleadas para sumergir a las garrapatas y observar su viabilidad en un periodo de 11 horas postexposición. Se utilizaron 105 garrapatas, distribuida en 5 tratamientos, con tres repeticiones cada uno, el número de garrapata por tratamiento fue de 7 garrapatas adultas, estas fueron colocadas bajo un diseño completamente al azar en los tratamientos mencionados.

Se determinó la supervivencia de las garrapatas desde el momento de su exposición hasta las 11 horas posteriores, al mismo tiempo se determinó el porcentaje de mortalidad por tratamiento en función del tiempo de exposición. Los datos obtenidos fueron integrados en una hoja de Excel (Microsoft office), y se sometieron a Análisis de Varianza y pruebas de comparación de Medias.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

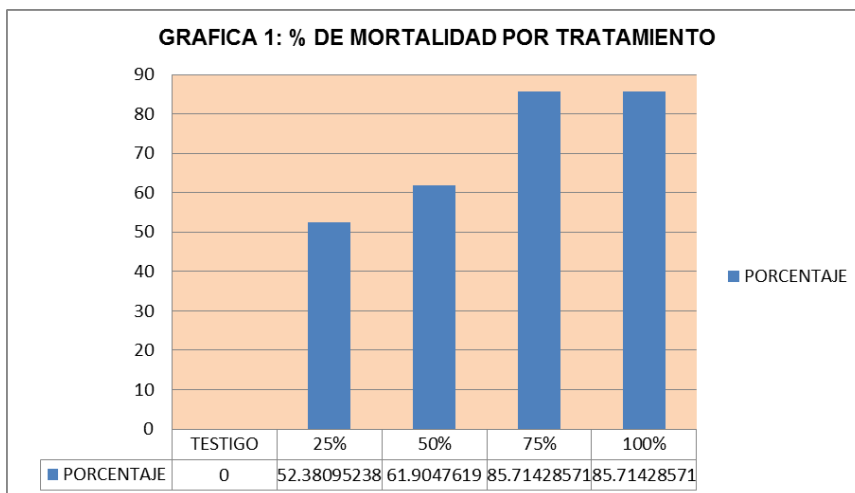
En el cuadro 1, se presentan los datos relativos a la mortalidad por garrapatas en los 5 tratamientos y en las 3 repeticiones, se aprecia que con el 75% y el 100% de aceite de Neem, la mortalidad en llegó a un 85.7%.

Cuadro 1.- *Mortalidad de garrapatas por tratamiento y repeticiones*

REPETICIÓN	1*	2*	3*	SUMA /MORTALIDAD	PROMEDIO	% MORTALIDAD	de
TRATAMIENTO							
TESTIGO	0	0	0	0	0	0	
25%	5	4	2	11	3,66	52,38	
50%	5	2	6	13	4,33	61,90	
75%	4	7	7	18	6	85,71	
100%	4	7	7	18	6	85,71	

\*Número de garrapatas muertas

En la gráfica 1 se presenta la tendencia de mortalidad de las garrapatas de acuerdo a los tratamientos empleados se aprecia que a menor dilución la mortalidad se incrementa.



Los tratamientos fueron ordenados y agrupados para someterlos a Análisis de Varianza para un factor (mortalidad de garrapatas), se empleó el programa Excel Microsoft Office 2010, el análisis demostró diferencia significativa  $P > 0.05$ , para el grupo de no inclusión de aceite, frente a los demás tratamientos. Para los tratamientos de 25 y 50 % de inclusión de aceite de Neem, no se encontró diferencia significativa, pero sí de estos dos tratamientos frente a los tratamientos de 75 y 100 % de inclusión de aceite de Neem. Entre los grupos de 75 % y 100 % de aceite de Neem, no se observó diferencia estadística significativa  $P < 0.05$ . La diferencia entre los grupos fue determinada por medio de la prueba de T, empleando el programa Excel (Microsoft Office 2010). Se ha mencionado que existe resistencia de las garrapatas *Boophilus microplus* hacia los ixodicidas comerciales (Rivera et al., 2010). Por otra parte (Mejía et al., 2010), hace mención que existe resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a los ixodicidas comerciales dando resultado a la dificultad al control de estos parásitos internos ocasionando el incremento de enfermedad transmitida por los ectoparásitos, en base a los resultados del presente estudio se podrá contar con una alternativa que evite este fenómeno, ya que es un producto de origen natural y que demostró acción in vitro sobre los ectoparásitos.

## CONCLUSIÓN

El aceite de Neem tiene un efecto sobre la viabilidad de la garrapata *Boophilus sp*, en este ensayo in vitro.

- La mortalidad más alta de las garrapatas se observó a las concentraciones de 75 y 100% de aceite de Neem, en un periodo de observación de 11 horas.
- Es conveniente realizar ensayos in vivo para evaluar el efecto del aceite de Neem en animales parasitados en forma natural.

## LITERATURA CITADA

- Castiglioni, E., Verdamin, D. J., Tamai, M.A., 2002, Evaluación del efecto tóxico de extractos acuosos y derivados de meliáceas sobre *Tetranychusurticae* (KOCH) (Acari, *Tetranychus*) [en línea] Dirección URL: <http://www.fagro.edu.uy/agrociencia/VOL6/2/p75-82.pdf>
- INTA., 2011 Garrapatas [en línea] Dirección URL: <http://cni.inta.gov.ar/helminto/Alumnos/Garrapatas.pdf>
- Iván, Rodríguez. Roger., Rosado, Aguilar. Alberto., Basto, Estrella. Gertrudis., García, Velásquez. Zeferino S., Rosario, Cruz. Rodrigo., 2006 Manual Técnico Para El Control De Garrapatas En El Ganado Bovino, [en línea] Dirección URL: [http://www.ampave.org/archivos%20apoyo/Manual\\_tecnico.pdf](http://www.ampave.org/archivos%20apoyo/Manual_tecnico.pdf)



- Mejía EF, Hernández OR, Falcón NA, Ramos AJA., 2010. Programa de control de garrapata *Boophilus microplus* resistencia a ixodicidas en el municipio de Teapa, Tabasco. Pp. 26. XLVI reunión de investigación pecuaria Campeche, camp. 2010. México.
- Osuna, L.E. 2005. Uso del Neem para la elaboración artesanal de bioplaguicidas [en línea] Dirección URL:  
[http://www.oeidrusbcs.gob.mx/Info\\_dependencias/INIFAP/Publicaciones\\_archivos/NEEM\\_BIOPLAGUICIDA.pdf](http://www.oeidrusbcs.gob.mx/Info_dependencias/INIFAP/Publicaciones_archivos/NEEM_BIOPLAGUICIDA.pdf)
- Osuna, L.E., 2000, Folleto Técnico No. 5 La Paz, B.C.S. México. Noviembre de 2000 Campo Experimental Todos Santos INIFAP. [en línea] Dirección URL: [http://www.oeidrusbcs.gob.mx/Info\\_dependencias/INIFAP/Publicaciones\\_archivos/FolletoNEEM\\_2000.pdf](http://www.oeidrusbcs.gob.mx/Info_dependencias/INIFAP/Publicaciones_archivos/FolletoNEEM_2000.pdf)
- Pelcastre, O.A., Duarte, V.F.J., Lopez, H.M.A., Baeza, R.J.J., Vivas, R.J.a., 2004, Efecto de la Inclusión de Hojas de NEEM (*Azadirachta indica* A. Juss) en la Dieta para Ovinos Infestado con *Haemonchus contortus*. [En línea] Dirección URL: <http://www.fpy.org.mx/index.php?id=ovinos3>
- Revista vinculando 2008., El Neem en la salud animal y en el control de plagas, [en línea] Dirección URL: [http://vinculando.org/articulos/el\\_neem\\_en\\_la\\_salud\\_animal\\_y\\_en\\_el\\_control\\_de\\_plagas.html](http://vinculando.org/articulos/el_neem_en_la_salud_animal_y_en_el_control_de_plagas.html)
- Rivera VGH, Román RA, Domínguez MB, Muños MS, Hernández BA, Cervantes AP, Romero SD, Morales BM., 2010. Resistencia de *Rhipicephalus* (*Boophilus*) ssp a ixodicida en ranchos ganaderos del sur de Veracruz, México. Pp.83. XLVI reunión de investigación pecuaria Campeche, camp. 2010. México.
- Reyes E.C., W. Valero., Dario A. Garay. J., 2003, Estudio Preliminar De Las Propiedades Físicas De La Especie *Azadirachta Indica* (Neem), Procedente Del Estado Falcón (Venezuela). [en línea] Dirección URL: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/24315/2/articulo3.pdf>.
- UGRJ., 2006, Garrapatas del Genero *Boophilus*, [en línea] Dirección URL: [http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com\\_content&task=view&id=254&Itemid=477](http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=254&Itemid=477)



## ESTUDIO SEROLÓGICO DE LA LEPTOSPIROSIS Y SU RELACIÓN CON LA FERTILIDAD EN SEMENTALES BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE EN CLIMA SUBTROPICAL HÚMEDO

Soto JR<sup>\*1</sup>, Rosete FJV<sup>2</sup>, Olazarán JS<sup>2</sup>, Fragoso IA<sup>2</sup>, Ríos UA, Ávila BR<sup>1</sup>, Banda RVM<sup>3</sup>, Socci EGA<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Benemerita Universidad Autónoma de Puebla, km 7.5 carretera Cañada Morelos-El Salado, Tecamachalco Puebla. C.P. 75470.

<sup>2</sup>Sitio Experimental Las Margaritas CIRGOC-INIFAP, km. 9.5 carretera Hueytamalco-Tenampulco, Hueytamalco Puebla, C.P. 73588.

<sup>3</sup>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Microbiología Animal-INIFAP, km 15.5 carretera México-Toluca, Col. Palo Alto, Cuajimalpa de Morelos, México D.F. C.P. 05110.  
rosete.jorge@inifap.gob.mx

T-75

### RESUMEN

El estudio se realizó para conocer la presencia y frecuencia de anticuerpos a leptospiras y su efecto en la fertilidad de sementales de 11 ranchos de carne en clima subtropical húmedo, área de influencia del Sitio Experimental Las Margaritas-INIFAP. La fertilidad de los sementales se evaluó macroscópica y microscópicamente obteniendo el semen por electroeyaculación considerando su aspecto, volumen, motilidad espermática masal, motilidad espermática individual, concentración espermática y porcentaje de vivos y normales; además, se les tomó una muestra suero sanguíneo y se diagnosticaron por la prueba de microaglutinación en placa los anticuerpos contra *L. wolffi*, *L. hardjo*, *L. tarassovi*, *L. inifap* (serovariedad *hardjo* aislada en el laboratorio del INIFAP) y *L. palo alto* (serovariedad *icterohaemorrhagiae* aislada en el laboratorio del INIFAP); al mismo tiempo se tomaron muestras de suero sanguíneo al 20% de las vacas del hato y se hizo el mismo diagnóstico serológico. Se consideraron animales positivos a la dilución igual o mayor a 1:100. En los toros se hizo un análisis con el paquete SAS en un diseño aleatorio y modelo con el efecto del estado reproductivo de los sementales (infértiles y fértiles), la variable de respuesta fue la frecuencia (%) de anticuerpos a las leptospiras. En las vacas se obtuvo la frecuencia de anticuerpos a las leptospiras. No hubo efecto ( $P>0.05$ ) de ninguna de las serovariedades de leptospiras en la fertilidad de los sementales, siendo la frecuencia para *L. hardjo* de 100.0% para ambos grupos, *L. inifap* de  $00.0\pm 28.4$  en toros infértiles y de  $50.00\pm 08.4$  en toros fértiles; para *L. palo alto* de  $00.0\pm 09.6$  en toros infértiles y de  $02.9\pm 02.8$  en toros fértiles; para *L. wolffi* y *L. tarassovi* en toros infértiles y fértiles fue de  $00.0\pm 00.0$ . Las frecuencias de anticuerpos en las vacas a *L. wolffi*, *L. hardjo*, *L. tarassovi*, *L. inifap* y *L. palo alto*, respectivamente, fueron: para rancho 1, 18.3, 63.3, 5.0, 81.6, 30.0; rancho 2, 17.3, 8.1, 0.1, 14.1, 23.6; rancho 3, 30.0, 41.6, 11.6, 53.3, 20.0; rancho 4, 1.3, 32.1, 0.9, 59.8, 5.9; rancho 5, 8.1, 46.3, 1.5, 72.7, 19.6; rancho 6, 13.3, 51.6, 3.3, 66.6, 15.0; rancho 7, 12.2, 61.2, 1.5, 78.8, 34.3; rancho 8, 6.3, 32.5, 1.6, 42.4, 7.9; rancho 9, 6.6, 29.9, 3.3, 48.3, 4.9; rancho 10, 8.3, 12.2, 0.1, 6.6, 30.8, 1.9; y rancho 11, 6.6, 48.3, 6.6, 80.0, 15.0. La fertilidad de los toros no se afectó por la leptospirosis, pero la frecuencia en ellos indicó que las enfermedades están presentes en los hatos, lo que se corroboró con las frecuencias positivas de anticuerpos a leptospiras en las vacas.

**Palabras clave:** sementales bovinos, fertilidad, anticuerpos, leptospiras.

### INTRODUCCION

La leptospirosis es una enfermedad infecciosa de origen bacteriano, clasificada como una antropozoonosis de epidemiología compleja, distribuida mundialmente y que afecta a

numerosas especies de animales domésticos y salvajes (Alfaro *et al.*, 2007; Dragui *et al.*, 2011; Fabre *et al.*, 2010).

La leptospirosis es una enfermedad de gran impacto social y económico en la ganadería, en especial en bovinos, debido a las pérdidas que ocasiona a través de abortos, mortalidad perinatal, nacimiento de crías débiles, infertilidad y disminución de la producción láctea (Alfaro *et al.*, 2007; Arias *et al.*, 2011).

Existen dos especies: *L. interrogans*, que es patógena y *L. biflexa* que es saprófita y se localiza en la superficie del suelo y el agua. *Leptospira interrogans* es una especie patógena para el hombre y los animales, siendo identificados varios serogrupos que son divididos en más de 250 serovariedades y 23 serogrupos mientras que *Leptospira biflexa* se han incluido 60 serovares (Carrizo *et al.*, 2009; Fabre *et al.*, 2010; Gamarra, 2009; Méndez *et al.*, 2013).

A nivel nacional y mundial, se sabe que la leptospirosis bovina es ocasionada principalmente por la serovariedad *Hardjo*, cuyo huésped de mantenimiento es el bovino, sin embargo en diferentes estudios se ha demostrado que las serovariedades *Hardjo*, *Wolffi* y *Tarassovi* son las serovariedades más frecuentes en México (Méndez *et al.*, 2013).

### Objetivo

Conocer el estatus sanitario de la leptospirosis y su relación con la fertilidad de sementales bovinos productores de carne en pastoreo extensivo, en hatos ganaderos en clima subtropical húmedo de Puebla, en área de influencia del Sitio Experimental Las Margaritas del INIFAP.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de realización. El trabajo se realizó en 11 ranchos ubicados en el subtrópico húmedo de Puebla, como muestra representativa de los bovinos de la región, en los municipios de Hueytamalco, Ayotoxco de Guerrero, San José Acateno, Xochitlán de Vicente Suarez y Nauzontla. Como antecedente importante para este estudio fue que los sementales y vacas de cada rancho no estuvieran vacunados contra leptospirosis. Cada rancho participante se ubicó tomando las coordenadas geográficas para su localización espacial.

Evaluación reproductiva de sementales. A todos los sementales de cada rancho se les evaluó macroscópica y microscópicamente el semen en sus características de volumen, aspecto, motilidad espermática en masa, motilidad espermática progresiva, concentración espermática y porcentaje de vivos y normales; el semen fue obtenido por electroeyaculación.

Análisis de muestras de suero sanguíneo. A todos los toros y al 20 % de las vacas de cada rancho se les tomó una muestra de sangre, la que fue conservada en frío hasta ser centrifugada a 2500 rpm en 10 minutos para separar el suero; después fue contenida en viales de 6 ml y conservada en congelación a -20°C hasta el momento de su análisis serológico. Los sueros fueron analizados por la prueba de microaglutinación en placa en el Centro nacional de investigación disciplinaria en microbiología del INIFAP. Las leptospirosis estudiadas fueron *L. wolffi*, *L. hardjo*, *L. tarassovi*, *L. inifap* y *L. palo alto*.

Grupos experimentales. Se hicieron dos grupos de sementales: I) sementales fértiles y II) sementales infértiles, según la evaluación de sus características seminales. De esta forma se agruparon las frecuencias (%) de seropositivos a cada una de las enfermedades para analizar su efecto sobre la fertilidad.

Análisis estadístico. Se hizo un análisis estadístico utilizando el paquete SAS, en un diseño aleatorio en un modelo que incluyó el efecto estado reproductivo del semental (fértil e infértil). El estado reproductivo será el efecto principal por ser el de mayor interés en el estudio y la

prevalencia se medirá en el conjunto de los toros de todos los ranchos. Las diferencias se probarán a una probabilidad menor a 0.05 ( $P < 0.05$ ). en las vacas solo se obtuvieron las frecuencias a las leptospiras.

## RESULTADOS

En el cuadro uno se muestran los toros infértiles y fértiles a la evaluación del eyaculado. La fertilidad de los sementales no se afectó por ninguna de las leptospiras ( $P > 0.05$ ). La frecuencia de anticuerpos en toros fértiles e infértiles se muestra en el cuadro 2. En el cuadro 3 se muestran las coordenadas de los ranchos y las frecuencias positivas a leptospiras de las vacas muestreadas y en la figura 1 se muestra la ubicación espacial de los ranchos.

Cuadro 1. Estado reproductivo de sementales utilizados para monta natural en once ranchos del subtrópico húmedo de Puebla.

Núm. Toros	Calificación (1-5)*	Descripción de calificación	Concentración Espermática ( $n \times 10^6$ ) -1 ml	Observaciones
37				
3	1	No apto	0-99	No recomendados como sementales
1	2	Regular	100-299	Recomendados pero con no más de 20 vacas
1	3	Bueno	300-599	Apto para semental
1	4	Muy bueno	600-899	Apto para semental
31	5	Excelente	900-a más	Apto para semental

Cuadro 2. Estado reproductivo y frecuencia a Leptospirosis en toros sementales de ranchos en subtrópico húmedo de Puebla.

Estado reproductivo	n	<i>L. wolffi</i> %*	<i>L. hardjo</i> %*	<i>L. tarassovi</i> %*	<i>L. inifap</i> %*	<i>L. palo alto</i> %*
Infértiles	3	00.0	100.0	00.0	00.0±28.4 <sup>a</sup>	00.0±09.6 <sup>a</sup>
Fértiles	34	00.0	100.0	00.0	50.0±08.4 <sup>a</sup>	02.9±02.8 <sup>a</sup>

\*Literales iguales por columna no son diferentes ( $P > 0.05$ ).



Cuadro 3. Georreferenciación de los ranchos estudiados y frecuencias positivas a leptospiras en las vacas

Rancho	Municipio	Coordenadas	L. wolffi %	L. hardjo %	L. tarassovi %	L. inifap %	L. palo alto %
1	San José Acateno	N: 20° 04' 12.84'' O: 97° 16' 44.04''	18.33	63.33	5.00	81.66	30.00
2	Nauzontla	N: 19° 57' 23.40'' O: 97° 16' 45.84''	17.38	8.17	0.11	14.16	23.36
3	Ayotoxco de Guerrero	N: 20° 05' 26.88'' O: 97° 23' 16.32''	30.00	41.66	11.66	53.33	20.00
4	Hueytamalco	N: 20° 04' 23.52'' O: 97° 19' 52.38''	1.35	32.13	0.91	59.82	5.97
5	Hueytamalco	N: 20° 03' 12.60'' O: 97° 20' 41.10''	8.14	46.33	1.59	72.77	19.65
6	San José Acateno	N: 20° 04' 28.26'' O: 97° 17' 10.20''	13.33	51.66	3.33	66.66	15.00
7	Hueytamalco	N: 20° 00' 07.86'' O: 97° 18' 19.08''	12.20	61.29	1.51	78.86	34.32
8	Hueytamalco	N: 20° 04' 34.68'' O: 97° 21' 12.12''	6.38	32.57	1.61	42.45	7.99
9	San José Acateno	N: 20° 08' 52.14'' O: 97° 13' 27.30''	6.63	29.95	3.33	48.33	4.95
10	Xochitlán de Vicente Suárez	N: 19° 58' 43.20'' O: 97° 38' 11.10''	8.38	12.22	0.13	30.83	1.95
11	Hueytamalco	N: 20° 02' 25.02'' O: 97° 21' 11.28''	6.67	48.33	6.66	80.00	15.00



Figura 1. Ubicación espacial en la región oriental del estado de Puebla, con los puntos de los ranchos donde se realizó el estudio.





## DISCUSION

La presencia de anticuerpos a las leptospiras estudiadas en sementales, demuestra que la leptospirosis está presente en las vacas de los ranchos, lo que indica que están permanentemente infectados toda vez que los sementales al estar en contacto directo con las vacas son un indicador del estado sanitario del hato. En consecuencia, lo anterior se pudo corroborar porque en las vacas también se encontraron frecuencias positivas, por lo que esta metodología de diagnóstico inicial en los sementales es de utilidad para hacer una evaluación preliminar del hato, antes de recurrir al monitoreo de todos los animales.

Al no haber diferencias en las frecuencias de anticuerpos a leptospiras entre los sementales infértiles y fértiles, nos indica que la leptospirosis no está afectando la fertilidad, lo que es preocupante pues como esta enfermedad también es de transmisión sexual pone en peligro la salud reproductiva del hato, pues en las vacas se ha documentado el efecto sobre la fertilidad, como fallas a la concepción, abortos, retención placentaria e incremento en el intervalo entre partos y en vacas en lactancia reducción de la producción de leche (García et al., 2008).

En la literatura consultada (Carmona *et al.*, 2011; Pavón *et al.*, 2011; Peña de la, 2010; Moles *et al.*, 2002), no se documenta la ausencia del efecto de la leptospirosis en la fertilidad de los toros, por lo que se considera que estos resultados son de utilidad, pues al adquirir un sementales se debe pedir un certificado negativo a anticuerpos de leptospiras, pues si está



infectado contagiaría al hato donde ingrese si es que el hato se encuentra libre de la enfermedad.

Por lo anterior, se reitera que hacer el diagnóstico en sementales en este tipo de ranchos, es suficiente para inferir que el hato está infectado.

## CONCLUSIONES

La fertilidad de los sementales no fue afectada por la leptospirosis bovina.

El diagnóstico serológico de la leptospirosis en sementales no vacunados, resulta ser un indicador de la presencia de la enfermedad en el hato.

Debido a los efectos detrimentales en la fertilidad de las vacas documentado en la literatura y a los resultados obtenidos en este estudio, es conveniente vacunar a los animales de los ranchos de esta región.

## LITERATURA CITADA

- Alfaro, C., Valle, A., Clavijo, A., Rolo, M. & Aranguren Y. Epidemiología de la leptospirosis bovina en sistemas ganaderos doble propósito del estado Monagas. II. Factores climáticos. *Zootecnia Trop.* 2007; 25 (3): 193-196.
- Arias, Ch. F., Suárez, A.F., Huanca, L.W., Rivera, G.H., Camacho, S.J. & Huanca, M.T. Prevalencia de leptospirosis bovina en dos localidades de Puno en época de seca y determinación de factores de riesgo. *Rev. Inv. Vet. Perú.* 2011; 22 (2): 167-170.
- Carmona GCA, León LL, Castillo SLO, Ramírez OJM, Ko A, Luna PC, De la Peña MA. Detección de *Leptospira santarosai* y *L. kirschneri* en bovinos: nuevos aislados con potencial impacto en producción bovina y salud pública. *Vet. Méx.* 2011 42 (4): 277-288.
- Carrizo, A., Brihuega, B., Etchehoury, I., Arese, A., Romero, S., Gioffré, A., Romano, I.M. & Caimi, K. Identificación de antígenos inmunorreactivos de *Leptospira interrogans*. *Revista Argentina de Microbiología.* 2009; 41: 129-133.
- Dragui, M.G., Brihuega, B., Benítez, D., Sala, J.M., Biotti, G.M., Pereyra, M., Homse, A. & Guariniello, L. Brote de leptospirosis en terneros en recría en la provincia de Corrientes, Argentina. *Revista Argentina de Microbiología.* 2011; 43: 42-44.
- Fabre, Y., Suarez, Y., Rodríguez, O., Martínez, H., Feraud, D., Cruz, M. & López, M.A. Estudio retrospectivo de leptospirosis en la población humana y animal en municipios habaneros entre 1987-2006. *Rev. Salud Anim.* 2010; 32 (2): 180-187.
- Gamarra., R.R. 2009. Leptospirosis. UPG Veterinaria. Sistema de Revisiones en Investigación Veterinaria de San Marcos. 2009: 1-14.
- García UD, Lara SVA, Monroy JJA, Zavaleta HJN. Evaluación reproductiva y productiva de un hato lechero con un brote de *L. interrogans* serovariedad hardjo tipo hardjo bovis. [Resumen] Memoria XXXII Congreso de Buiatría. 2008:164.
- Méndez, C., Benavides, L., Esquivel, A., Aldama, A., Torres, J., Gavaldón, D., Meléndez, P. & Moles, L. Pesquisa serológica de *Leptospira* en roedores silvestres, bovinos, equinos y caninos en el noreste de México. *Rev. Salud Anim.* 2013; 35 (1): 25-32.
- Moles, C.L.P., Cisneros, P.M.A., Gavaldón, R.D., Rojas, S.N. & Torres, B.J.I. Estudio serológico de leptospirosis bovina en México. *Rev. Cubana Med. Trop.* 2002; 54 (1): 24-27.
- Pavón MJD, Romero RPI, Torres AF, Meléndez VP, Torres BJI, Gavaldón RD, Moles CLP. Presencia de anticuerpos antileptospira en 10 ranchos pertenecientes al municipio de Cuajinicuilapa, Guerrero, Mex. [Resumen] Memoria XXXV Congreso de Buiatría. 2011: 155.
- Peña de la MA, Carmona GCA, Ramírez OJM, Castillo SLO, Luna PC. Aislamiento de *L. santarosai* de bovino de engorde en pastoreo del estado de Tabasco. [Resumen] Memoria XLVI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Campeche. 2010: 67.



## ESTUDIO SEROLÓGICO DE LA RINOTRAQUEITIS INFECCIOSA BOVINA Y DIARREA VIRAL BOVINA Y SU RELACIÓN CON LA FERTILIDAD EN SEMENTALES PRODUCTORES DE CARNE EN CLIMA SUBTROPICAL

Soto J.R.\*<sup>1</sup>, Rosete F.J.V.<sup>2</sup>, Olazarán J.S.<sup>2</sup>, Fragoso I.A.<sup>2</sup>, Ríos U.A.<sup>3</sup>, Ávila B.R.<sup>1</sup>, Banda R.V.M.<sup>4</sup>, Socci E.G.A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Benemerita Universidad Autónoma de Puebla, km 7.5 carretera Cañada Morelos El Salado Tecamachalco Puebla. C.P. 75470. <sup>2</sup>Sitio Experimental Las Margaritas CIRGOC-INIFAP, km. 9.5 carretera Hueytamalco-Tenampulco, Hueytamalco Puebla, C.P. 73588. <sup>3</sup>Campo Experimental La Posta, INIFAP. <sup>4</sup>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Microbiología Animal-INIFAP, km 15.5 carretera México-Toluca, Col. Palo Alto, Cuajimalpa de Morelos, México D.F. C.P. 05110. rosete.jorge@inifap.gob.mx

T-76

### RESUMEN

Este estudio se realizó para conocer la presencia y frecuencia de la rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR) y la diarrea viral bovina (BVD), así como su efecto sobre la fertilidad de los sementales de 11 ranchos de ganado de carne en clima subtropical húmedo en el estado de Puebla, área de influencia del Sitio Experimental Las Margaritas del INIFAP. Los sementales fueron evaluados macroscópicamente y microscópicamente en su fertilidad a través del semen obtenido por electro eyaculación, considerando el aspecto, el volumen, la motilidad espermática masal, la motilidad espermática individual, concentración espermática y porcentaje de vivos y normales. También se les tomó una muestra de sangre de la que se obtuvo el suero para hacer el diagnóstico de anticuerpos contra IBR y BVD por la prueba de ELISA; adicionalmente, se tomó una muestra de sangre al 20% de las vacas de cada rancho con los mismos fines diagnósticos de anticuerpos contra IBR y BVD. En los toros se hizo un análisis estadístico utilizando el paquete SAS en un diseño aleatorio y un modelo que consideró como efecto el estado reproductivo de los sementales (infértiles y fértiles). La variable de respuesta fue la frecuencia de anticuerpos a IBR y BVD. En las vacas se obtuvo la frecuencia (%) de anticuerpos a IBR y BVD por rancho. No hubo efecto ( $P>0.05$ ) de la IBR y BVD sobre la fertilidad de los sementales, siendo para IBR de  $66.66\pm 21.67\%$  en sementales infértiles y de  $85.29\pm 06.43\%$  en sementales fértiles y para BVD de  $35.25\pm 28.25$  para sementales infértiles y de  $55.88\pm 08.39$  para los sementales fértiles. Las frecuencias (%) de anticuerpos en las vacas a IBR y BVD, respectivamente fueron: para rancho 1, 66.6 y 95.0; rancho 2, 33.1 y 23.8; rancho 3, 20.0 y 25.0; rancho 4, 59.5 y 82.6; rancho 5, 53.6 y 41.2; rancho 6, 45.0 y 38.3; rancho 7, 4.7 y 23.6; rancho 8, 57.3 y 65.5; rancho 9, 40.0 y 53.3; rancho 10, 37.2 y 37.5; y rancho 11, 33.3 y 35.0. La fertilidad de los toros no se afectó por las dos enfermedades, pero la alta frecuencia en ellos indicó que las enfermedades están presentes en los hatos, lo que se corroboró con las frecuencias positivas a IBR y BVD en las vacas.

**Palabras clave:** sementales bovinos, fertilidad, anticuerpos, IBR, BVD.

### INTRODUCCIÓN

En gran medida la eficiencia reproductiva de un hato ganadero se atribuye al comportamiento de las vacas; sin embargo, la eficiencia reproductiva también depende de los sementales que lo conforman (Haugan *et al.*, 2005). Además, se ha documentado que la reproducción de las vacas es afectada por agentes infecciosos como el virus de la rinotraqueitis infecciosa bovina y de la diarrea viral bovina, causando principalmente abortos (Waldner, 2005).

Se han realizado trabajos para la detección de estas enfermedades en hatos de vacas en estabulación principalmente en el altiplano, determinando su frecuencia. Además, se ha

estudiado la relación de estas enfermedades con los problemas reproductivos, los que incluyen abortos, reabsorciones embrionarias, momificaciones fetales que interrumpen la gestación y también patologías que repercuten en la producción de leche y becerros (Armas *et al.*, 2004; Escamilla *et al.*, 2004; Reyes *et al.*, 2004).

Por lo tanto y debido a que en la mayoría de las ganaderías del trópico poblano, la monta natural es el procedimiento para la reproducción y se desconoce si la rinotraqueitis infecciosa bovina y la diarrea viral bovina están presentes en los sementales, es necesario investigar sobre estas enfermedades y su efecto sobre la fertilidad, ya que la mayoría de los trabajos de investigación realizados en México, se han conducido para la identificación de anticuerpos de estas enfermedades en las hembras bovinas (Álvarez y Cajal, 2004; Armas *et al.*, 2004; Escamilla *et al.*, 2004; Reyes *et al.*, 2004).

Por lo anterior, es prudente conocer la presencia de estas enfermedades en los sementales para mejorar las prácticas actuales sanitarias y para lograr mejorar la eficiencia reproductiva del ganado, considerando que el toro es un indicador efectivo de la presencia de estas enfermedades en el hato por convivir estrechamente con las vacas y además por ser importante en la reproducción.

### **Objetivo**

Conocer la presencia y frecuencia de la rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR) y diarrea viral bovina (BVD) y su relación con la fertilidad de sementales bovinos productores de carne en pastoreo en hatos en clima subtropical húmedo de Puebla, área de influencia del Sitio Experimental Las Margaritas del INIFAP.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

**Lugar de realización.** El trabajo se realizó en 11 ranchos ubicados en el subtrópico húmedo de Puebla, como muestra representativa de los bovinos de la región, en los municipios de Hueytamalco, Ayotoxco de Guerrero, San José Acateno, Xochitlán de Vicente Suárez y Nauzontla. El antecedente de importancia para este estudio fue que los sementales y vacas de cada rancho no habían sido vacunados contra las dos enfermedades. Cada rancho participante se ubicó tomando las coordenadas geográficas para su localización espacial.

**Evaluación reproductiva de sementales.** A todos los sementales de cada rancho se les evaluó macroscópica y microscópicamente el semen en sus características de volumen, aspecto, motilidad en masa, motilidad progresiva, concentración espermática y porcentaje de vivos y normales; el semen fue obtenido por electroeyaculación.

**Análisis de muestras de suero sanguíneo.** A todos los toros y al 20% de las vacas de cada rancho se les tomó una muestra de sangre, la que fue conservada en frío hasta ser centrifugada a 2500 rpm en 10 minutos para separar el suero; después fue contenida en viales de 6 ml y conservada en congelación a -20° C hasta el momento de su análisis serológico. Los sueros fueron analizados por la prueba de ELISA para el diagnóstico de IBR y BVD en el Centro nacional de investigación disciplinaria en microbiología animal del INIFAP.

**Grupos experimentales.** Se hicieron dos grupos de sementales: I) sementales fértiles y II) sementales infértiles, según la evaluación de sus características seminales. De esta forma se agruparon las frecuencias (%) de seropositivos a cada una de las enfermedades para analizar su efecto sobre la fertilidad. En las vacas solo se obtuvieron las frecuencias a anticuerpos a IBR y BVD.

**Análisis estadístico.** Con la información de los toros, se hizo un análisis estadístico utilizando el procedimiento de modelos lineales generalizados del paquete SAS, en un diseño aleatorio y

un modelo que incluyó el efecto del estado reproductivo del semental (fértil e infértil). La presencia y frecuencia a IBR y BVD se midió en porcentaje en el conjunto de los toros de todos los ranchos. Las diferencias se probaron a una probabilidad menor a 0.05 ( $P < 0.05$ ); en las vacas solo se obtuvieron las frecuencias a anticuerpos a IBR y BVD.

## RESULTADOS

En el Cuadro 1 se muestra el número de toros infértiles y fértiles a la evaluación microscópica del eyaculado. La fertilidad de los sementales no se afectó por ninguna de las enfermedades ( $P > 0.05$ ). La frecuencia de toros infértiles seropositivos a IBR fue de  $66.66 \pm 67\%$  y la de los toros fértiles seropositivos fue de  $85.29 \pm 06.43$  (Cuadro 2); no habiendo diferencia entre los dos grupos de sementales ( $P > 0.05$ ). Por otro lado la frecuencia de toros infértiles seropositivos a BVD fue de  $35.0 \pm 28.25\%$  y la de los toros fértiles fue de  $55.88 \pm 08.39$  (cuadro 3); no habiendo diferencia entre los dos grupos de sementales ( $P > 0.05$ ).

En el cuadro 4, se muestran las coordenadas de los ranchos y las frecuencias positivas a IBR y BVD de las vacas muestreadas y en la figura 1, se muestra la ubicación espacial de los ranchos.

Cuadro 1. Estado reproductivo de sementales utilizados para monta natural en ranchos del subtrópico húmedo de Puebla.

Núm. Toros	Calificación (1-5)*	Descripción de calificación	Concentración Espermática ( $n \times 10^6$ ) -1 ml	Observaciones
3	1	no apto	0-99	no se recomendaron como sementales
1	2	regular	100-299	Recomendados pero reduciendo el número de vacas a no más de 20
1	3	bueno	300-599	apto para semental
1	4	muy bueno	600-899	apto para semental
31	5	excelente	900-a más	apto para semental

Cuadro 2. Estado reproductivo y frecuencia a IBR en sementales de ranchos en subtrópico húmedo de Puebla.

Estado reproductivo	N	Frecuencia %*
Infértiles	3	$66.66 \pm 21.67^a$
Fértiles	34	$85.29 \pm 06.43^a$

\*Literales iguales por columna no son diferentes ( $P > 0.05$ ).

Cuadro 3. Estado reproductivo y frecuencia a BVD en sementales de ranchos en subtrópico húmedo de Puebla.

Estado reproductivo	N	Frecuencia %*
Infértiles	3	$35.25 \pm 28.25^a$
Fértiles	34	$55.88 \pm 08.39^a$

\*Literales iguales por columna no son diferentes ( $P > 0.05$ ).

Cuadro 4. Georreferenciación de los ranchos estudiados y frecuencias positivas a IBR y BVD en las vacas.

Rancho	Municipio	Coordenadas	IBR %	BVD %
1	San José Acateno	N: 20° 04' 12.84'' O: 97° 16' 44.04''	66.66	95.00
2	Nauzontla	N: 19° 57' 23.40'' O: 97° 16' 45.84''	33.12	23.80
3	Ayotoxco de Guerrero	N: 20° 05' 26.88'' O: 97° 23' 16.32''	20.00	25.00
4	Hueytamalco	N: 20° 04' 23.52'' O: 97° 19' 52.38''	59.58	82.65
5	Hueytamalco	N: 20° 03' 12.60'' O: 97° 20' 41.10''	53.67	41.23
6	San José Acateno	N: 20° 04' 28.26'' O: 97° 17' 10.20''	45.00	38.33
7	Hueytamalco	N: 20° 00' 07.86'' O: 97° 18' 19.08''	4.71	23.62
8	Hueytamalco	N: 20° 04' 34.68'' O: 97° 21' 12.12''	57.35	65.50
9	San José Acateno	N: 20° 08' 52.14'' O: 97° 13' 27.30''	40.02	53.34
10	Xochitlán de Vicente Suárez	N: 19° 58' 43.20'' O: 97° 38' 11.10''	37.29	37.56
11	Hueytamalco	N: 20° 02' 25.02'' O: 97° 21' 11.28''	33.33	35.00

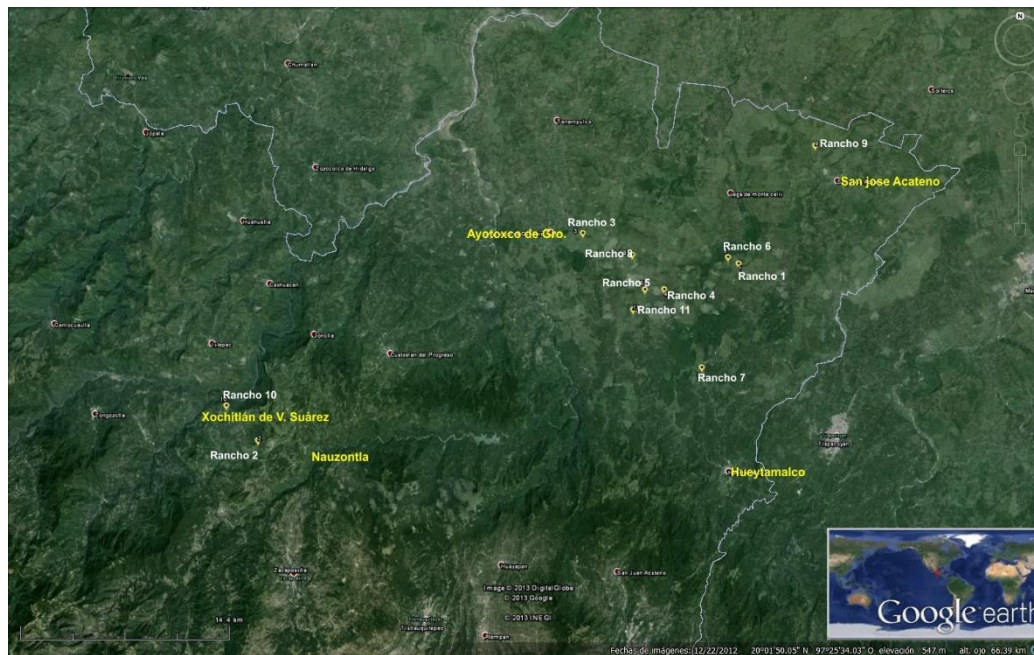


Figura 1. Ubicación espacial en la región oriental del estado de Puebla, con los puntos de los ranchos donde se realizó el estudio.



## DISCUSIÓN

La alta frecuencia de anticuerpos a IBR en sementales que en promedio fue de 83.78 % y a BVD de 45.56 %, demuestra que las enfermedades están presentes en los ranchos estudiados, lo que indica que están permanentemente infectados toda vez que los sementales al estar en contacto directo con las vacas son un indicador del estado sanitario del hato. En consecuencia, lo anterior se pudo corroborar porque las vacas también resultaron positivas a anticuerpos a IBR y BVD; por lo que esta metodología de diagnóstico en los sementales es de utilidad para hacer una evaluación inicial del hato, antes de recurrir al monitoreo de todos los animales.

Al no haber diferencias en las frecuencias de anticuerpos a IBR y BVD entre los sementales infértiles y fértiles, nos indica que las enfermedades no afectan la fertilidad de los toros. Esto es preocupante, pues como estas enfermedades también son de transmisión sexual, ponen en peligro al hato, pues en las vacas se ha documentado el efecto sobre la reproducción, destacándose las fallas a la concepción y abortos (Álvarez *et al.*, 2004; Armas *et al.*, 2004; Escamilla *et al.*, 2004; Reyes *et al.*, 2004), por lo que se reitera, que hacer el diagnóstico en sementales y sabiendo que también se transmite por vía sexual, es suficiente para inferir que el hato está infectado.

En la literatura consultada (Álvarez *et al.*, 2004; Armas *et al.*, 2004; Escamilla *et al.*, 2004; Reyes *et al.*, 2004), no se encontró que se relacionara el efecto de la IBR o la BVD sobre la fertilidad de los toros, por lo tanto, estos resultados son de utilidad para que al adquirir sementales se solicite que cuenten con un certificado negativo a anticuerpos a IBR y BVD, siempre que no hayan sido vacunados; de tal manera que no se fomente la introducción de sementales infectados a hatos libres o en control de estas enfermedades.

## CONCLUSIONES

La fertilidad de los sementales de los ranchos estudiados no fue afectada por la rinotraqueitis infecciosa bovina y la diarrea viral bovina.

El diagnóstico serológico de rinotraqueitis infecciosa bovina y diarrea viral bovina en sementales no vacunado, resulta ser un indicador de la presencia de las enfermedades en el hato.

## LITERATURA CITADA

- Álvarez y CA, Cajal MC. 2004. Comparación de dos grupos de hembras bovinas vacunadas en contra de Diarrea Viral Bovina y la observación del efecto de protección fetal. [resumen]. XXVIII Congr. Nal. Buiatría. 177.
- Armas CAC, Muñoz MCR, Bolaños LDJ, Iñiguez MG. 2004. Determinación de agentes infecciosos causantes de abortos fetales en un hato lechero en Tizayuca Hidalgo, México. [resumen]. XXVIII Congr. Nal. Buiatría.: 135.
- Escamilla HP, Morales SE, Martínez MJJ, Medina CM. Frecuencia y causas de aborto de origen infeccioso en hato de bovinos en el estado de Querétaro. [resumen]. XXVIII Congr. Nal. Buiatría. 2004: 111.
- Haugan T, Reksen O, Gröhn YT, Kommisrud E, Ropstad E, Sehested E. Seasonal effects of semen collection and artificial insemination on dairy cow conception. *Anim. Reprod. SCI.* 90; 2005: 57-71.
- Reyes JM, Vázquez R, García JA. 2004. Seroprevalencia de IBR Y DVB en hatos muestreados en México, 2002-2003. [resumen]. XXVIII Congr. Nal. Buiatría.: 112.
- Waldner CL. 2005. Serological status for *N. caninum*, Bovine Viral Diarrhea virus and Infectious bovine Rhinotracheitis virus at pregnancy testing and reproductive performance in beef herds. *Anim. Reprod. Sci.* 90; 219-242.



## CALIDAD FISCOQUÍMICA DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ (*Zea mays* L).

López H. M\*, Zavala L M.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias- CIR\_SURESTE, C.E.  
Mocochá km 25 antigua carretera Mérida-Motul, Yucatán, México.

T-92

### RESUMEN

Se evaluó la calidad fisicoquímica del forraje verde hidropónico (FVH) de maíz. Se cultivó en un invernadero bajo condiciones controladas, con sistema de riego automatizado con nebulizadores, los tratamientos con cuatro repeticiones fueron: T1.- un minuto de riego cada dos horas, cinco veces al día en N1 (nivel superior) y N2 (nivel inferior); T2.- dos minutos de riego cada dos horas, cinco veces al día en N1 y N2; T3.- tres minutos de riego cada dos horas, cinco veces al día en N1 y N2. La cosecha del FVH, se realizó a los 10 días cuando las plantas alcanzaron una altura alrededor de 15 a 20 cm. Se determinó la producción de materia seca (%MS) por diferencia de peso. Se realizó la composición química de las muestras mediante análisis de cenizas (cen), proteína cruda (PC) y se efectuaron fracciones de fibra ácido y neutro detergente (FAD y FND). Los resultados se analizaron con el programa SAS versión 9.2. Los valores más altos de MS fueron para ambos niveles del T1, sin embargo fueron similares ( $P > 0.05$ ) a los tratamientos T2 y T3. Para Cen el T3 N2 resultó significativo ( $P < 0.05$ ) con el valor más alto respecto a los demás tratamientos, el valor más bajo fue para T1 N1. Los resultados más altos de PC se observaron en los tratamientos T2 N1, T3 N1 y T3 N2, existiendo diferencias ( $P < 0.05$ ) respecto a T1N1 con el promedio más bajo (10.55 %). Valores altos de FND se obtuvieron en el T3 en ambos niveles (N1 N2) y en T1 N2, respecto a T1 N1 y T2 N1 y N2. Para FAD solo se observó diferencias ( $P < 0.05$ ) en el T3 N2 respecto a T1 en ambos niveles.

**Palabras clave:** Maíz, Forraje verde hidropónico, calidad fisicoquímica

### INTRODUCCIÓN

El forraje verde hidropónico (FVH) es el resultado de la germinación y crecimiento temprano de plántulas provenientes de semillas forrajeras de gramíneas y leguminosas durante períodos de producción que varían de 9 a 16 días (FAO, 2001). Este tipo de forraje puede producirse tanto en invernaderos automatizados como en sistemas operados manualmente estableciendo condiciones adecuadas de temperatura, humedad y luz (Arano, 1998).

Las ventajas principales del FVH son la alta productividad de biomasa por metro cuadrado de superficie utilizada, y su bajo consumo de agua (Müller *et al.*, 2006). El FVH es un alimento altamente nutritivo que puede ser incluido en la dieta de animales mono y poligástricos, incrementando su fertilidad y productividad además de disminuir la incidencia de algunas enfermedades de tipo digestivo e infeccioso incluyendo parasitosis (Vargas, 2008). El consumo de FVH, tiene efectos benéficos en la salud del ganado que han sido atribuidos generalmente a su contenido de proteínas, minerales y vitaminas (Sneath y McIntosh, 2003). El análisis químico de los alimentos permite conocer su composición y proporciona información básica para su inclusión en la dieta de los animales. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la composición química del Forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L).

### MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Campo Experimental Mocochá del INIFAP, situado en el kilómetro 25 de la antigua carretera Mérida- Motul, entre los paralelos 21° 06' latitud norte y el meridiano 89 ° 27' longitud oeste a una altitud de 8 msnm, con temperatura y precipitación anual de 26.5°C y 900 mm, respectivamente. Se utilizó semillas de maíz híbrido DKALB 380. Se





seleccionaron las mazorcas con mejor calidad de semilla, libres de daños causados por enfermedades o plagas. Después de desgranadas se remojaron en agua y se eliminaron las semillas vanas, residuos de cosecha, hasta el punto que el agua saliera totalmente clara. Enseguida se remojaron durante 24 horas, luego se drenó toda el agua y se desinfectaron las semillas con solución de hipoclorito de sodio al 2 % durante 20 minutos, para eliminar el exceso de cloro se drenó y se le dio un lavado con agua potable. La semilla desinfectada fue sometida posteriormente a una etapa de pre germinación mediante inmersión en una solución de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  en agua potable (2g/l) a temperatura ambiente (28-30 °C) durante 20 minutos, cada litro de esta solución se utilizó para un kilogramo de maíz. Posteriormente, las semillas se colocaron a razón de 1 kg de semillas por charola, esparciéndolas por toda el área de ésta, cubriendo durante 48 horas con plástico para evitar la pérdida de humedad y lograr una adecuada germinación. Una vez pre germinadas las semillas se colocaron en un invernadero bajo condiciones controladas, con sistema de riego automatizado con nebulizadores, distribuidos a los siguientes tratamientos con cuatro repeticiones: T1.- un minuto de riego cada dos horas, cinco veces al día en N1 y N2; T2.- dos minutos de riego cada dos horas, cinco veces al día en N1 y N2; T3.- tres minutos de riego cada dos horas, cinco veces al día en N1 y N2; donde N1 (nivel superior) y N2 (nivel inferior) son el nivel de altura en que fueron colocadas las charolas en el estante porta charolas en cada tratamiento durante el experimento. Se utilizaron charolas perforadas de 0.22 m<sup>2</sup> (55 x 40cm). Los riegos se realizaron a intervalos de dos horas de 9:00 am a 5:00 pm todos los días. La cosecha se realizó a los 10 días cuando las plantas alcanzaron una altura alrededor de 15 a 20 cm. Para medir la producción de materia seca (%MS) las muestras se pesaron inmediatamente después del muestreo para tener el dato de peso fresco, seguidamente se puso a secar en estufa de convección forzada a 80 °C hasta peso seco constante, el porcentaje de MS se obtiene dividiendo peso seco entre peso fresco multiplicado por 100. Para determinar la composición química del FVH, las muestras se sometieron a secado en estufa de aire forzado a 60 °C y ha molido con un molino tipo Willey con criba de 1mm. Se realizaron los análisis de cenizas (cen), proteína cruda (PC) siguiendo los métodos oficiales de la AOAC (2005). Aunado a lo anterior se efectuaron las determinaciones de fracciones de fibra neutro y ácido detergente (FND y FAD) con el método de digestión con detergente ácido y neutro con filtración subsecuente (Van Soest *et al*, 1978).

Se empleó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, los datos se analizaron mediante el programa SAS versión 9.2 (SAS Institute Inc., USA).

#### Resultados y discusión

Los resultados de la producción de materia seca y la calidad fisicoquímica del FVH en base seca se presentan en el cuadro 1. Los valores más altos de la producción de materia seca fueron para ambos niveles del T1, sin embargo estos fueron similares ( $P > 0.05$ ) a los resultados de los tratamientos T2 y T3. Para Cen el T3 N2 resultó altamente significativo ( $P < 0.05$ ) presentando el valor más alto respecto a los demás tratamientos, el valor más bajo fue para T1 N1. Los resultados más altos de PC se observaron en los tratamientos T2 N1, T3 N1 y T3 N2, existiendo diferencias ( $P < 0.05$ ) respecto a T1N1 con el promedio más bajo (10.55 %). Los resultados obtenidos de Cen y PC fueron más altos a los reportados por Vargas (2008) con promedios de 2.41 % y 9.61 % respectivamente, a pesar de que este autor utilizó soluciones nutritivas. Los resultados más altos de PC encontrados en este trabajo pueden ser debido a la edad en que se realizó la cosecha 10 días; relacionado a la variación de este parámetro, Müller *et al*. (2005) mencionan que puede haber reducciones conforme avanza la madurez del cultivo, pues indica que a una edad de 12 días obtuvo FVH de maíz con 17,4 % de PC y a los 14 días se redujo a 13,4 %; sin embargo, el contenido mínimo de proteína cruda que debe tener un pasto, en este caso un FVH es de 7 % con lo cual se garantiza que se pueda dar como mínimo la fermentación de los carbohidratos estructurales a nivel de rumen (Van Soest, 1994); relacionado a lo mismo Tarrillo

(2007) indica que los rangos normales en producción hidropónica deben variar entre 12 y 25 % de PC; en este trabajo solo el T1 no alcanzó el mínimo mencionado.

Los valores más altos de FND se obtuvieron en el T3 en ambos niveles (N1 N2) y en T1 N2, respecto a T1 N1 y T2 N1 y N2. Para FAD solo se observó diferencias ( $P < 0.05$ ) en el T3 N2 respecto a T1 en ambos niveles. Relacionado a lo obtenido en las variables de FND Y FAD, Vargas (2008) reporta valores similares (43.13 % y 18.89 % de FND y FAD respectivamente); asimismo Salas *et al.* (2012) reportaron rangos de 44.53 a 46.23 % de FND y de 17.34 a 18.05 % de FAD en FVH utilizando soluciones nutritivas en el riego. Los resultados de FAD son mucho más bajos a los reportados para arboles forrajeros los cuales son considerados con mayor digestibilidad, lo cual indica la buena calidad que se obtiene con el FVH por el adecuado contenido de fibras, a diferencia de lo que aportan las gramíneas convencionales. Al respecto el contenido de la pared celular define la parte fibrosa de los materiales utilizados para la alimentación de rumiantes y está integrada por celulosa, hemicelulosa, lignina, pectina y otros componentes, su importancia se centra en promover la producción de ácidos grasos volátiles que al final se traducen en aumentos del contenido graso en la leche (Vargas, 2008).

Cuadro 1. Calidad fisicoquímica de Forraje verde hidropónico de maíz (%).

T	N	MS	Cen	PC	FND	FAD
T1	N1	17.3 <sup>a</sup>	2.69 <sup>d</sup>	10.55 <sup>c</sup>	38.14 <sup>c</sup>	12.50 <sup>c</sup>
	N2	14.93 <sup>ab</sup>	3.07 <sup>c</sup>	11.76 <sup>b</sup>	42.40 <sup>ab</sup>	17.28 <sup>b</sup>
T2	N1	13.44 <sup>ab</sup>	3.27 <sup>bc</sup>	12.59 <sup>ab</sup>	38.82 <sup>bc</sup>	18.93 <sup>ab</sup>
	N2	11.78 <sup>b</sup>	3.28 <sup>bc</sup>	11.84 <sup>b</sup>	40.04 <sup>bc</sup>	18.89 <sup>ab</sup>
T3	N1	12.59 <sup>ab</sup>	3.52 <sup>b</sup>	12.43 <sup>ab</sup>	43.92 <sup>a</sup>	18.69 <sup>ab</sup>
	N2	10.29 <sup>b</sup>	4.08 <sup>a</sup>	12.83 <sup>a</sup>	45.99 <sup>a</sup>	21.04 <sup>a</sup>

<sup>a, b, c</sup> Medias con distintas literales en la misma columna dentro de cada variable son diferentes ( $P < 0.05$ ).

## CONCLUSIONES

A pesar de que los autores citados en el apartado de resultados y discusión utilizaron soluciones nutritivas en los cultivos de FVH, obtuvieron porcentajes más bajos o similares a los obtenidos en las variables evaluadas en este trabajo. Se concluye que resulta lo mismo utilizar soluciones nutritivas o no en el agua de riego en la producción de FVH, teniendo en cuenta los niveles adecuados de agua a utilizar y realizar la cosecha a partir de los 10 días.

## LITERATURA CITADA

- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis*. 18th ed. AOAC International. Gaithersburg, MD, EEUU. Consultado junio de 2014, disponible en: [www.aoac.org](http://www.aoac.org)
- Arano C. 1998. Forraje Verde Hidropónico y otras Técnicas de Cultivo sin Tierra. Versión 2.0. Buenos Aires, Argentina. Formato CD.
- FAO. 2001. Mejoramiento de la disponibilidad de alimentos en los Centros de Desarrollo Infantil del INNFA. Manual Técnico de Producción de Forraje Verde Hidropónico. TCP/ECU/066 (A) Oficina Regional América Latina y El Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Santiago, Chile. 9 pp.
- Müller L, Souza dos SO, Manfron PA, Pet ter MSL, Haut V, Dourado ND, Lemos de MN, Camacho G. D. 2006. Forragem hidropônica de milho: produção e qualidade nutricional em diferentes densidades de sementeira e idades de colheita. *Ciencia Rural* 36: 1049-1099.
- Salas P. L., Esparza R. J., Preciado R. P., Álvarez R. V., Meza V. J., Velázquez M. J., Murillo O. M. 2012. Rendimiento, calidad nutricional, contenido fenólico y capacidad antioxidante de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) producido en invernadero bajo fertilización orgánica *Interciencia*, vol. 37, núm. 3. Asociación Interciencia Venezuela pp. 215-220,



- Sneath R, McIntosh F. 2003. Review of Hydroponic Fodder Production for Beef Cattle on Farm. Meat & Livestock Australia Ltd. Australia. 54 pp.
- Tarrillo, H. 2007. Forraje verde hidropónico, forraje de alta calidad, para la alimentación animal. Arequipa, Perú. Consultado junio 2014. Disponible en: <http://www.ofertasagricolas.cl/articulos/print.php?id=88>
- Van Soest, P. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. New York. Cornell University Press. 2 ed. 463 p.
- Van Soest P.J, Mertens D.R, Deinum B. 1978. Preharvest factors influencing quality of conserved forage. *J. Anim. Sci.* 47: 712-720.
- Vargas R.C. 2008. Comparación Productiva de Forraje Verde Hidropónico de Maíz, Arroz y Sorgo Negro Forrajero. *Agron. Mesoam. Costa Rica*, 19: 233-240.



## PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL PASTO ESTRELLA DE ÁFRICA (*Cynodon plectostachyus*) EN TRES ÉPOCAS CLIMÁTICAS EN TABASCO, MÉXICO

Barrón A. M.<sup>1</sup>; Granados Z. L.<sup>1</sup>; Quiroz V. J.<sup>1</sup>; Ruiz B. P.<sup>2</sup>; Hernández G. G.<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Huimanguillo, km 1 carretera Huimanguillo - Cárdenas, Huimanguillo, Tabasco; <sup>2</sup>Universidad popular de la Chontalpa (UPCH), Cárdenas, Tabasco. barron.manuel@inifap.gob.mx

T-95

### RESUMEN

El objetivo fue evaluar el crecimiento y la calidad del pasto Estrella de África a través del año en tres periodos agroclimáticos: sequía, lluvias y nortes en el estado de Tabasco. Se utilizó una pradera de una ha cultivada con pasto Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*). Las muestras se cortaron de un área de 0.5 x 0.5 m<sup>2</sup>, las cuales fueron secadas en estufa de aire forzado, molidas y enviadas para su análisis al Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. En los resultados, se observa que en forraje verde la mayor producción se obtuvo durante la época de lluvias con 10,041.8 kg ha<sup>-1</sup>, la cual fue diferente (P≤0.01), con respecto a los otros periodos (5,851.5 y 5,851.3 kg ha<sup>-1</sup>, Nortes y Seca, respectivamente). La materia orgánica en el pasto Estrella fue mayor (P≤0.01) en la época de lluvias, seguido de Nortes y Sequía, con 91.51, 90.37 y 90.12 %, respectivamente. La digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) (68.22 %, 64.25 %, 63.76 %, 63.74 % y 58.92 %, para 28, 42, 56, 70 y 84 días de respectivamente) fue afectada por la edad de corte (P≤0.01) conforme aumenta la edad la DIVMS se reduce, lo que muestra la importancia de utilizarlo como alimento a edad temprana. La proteína cruda tuvo cambios (10.34 %, 8.34 %, 8.04 %, 7.75 y 5.79 %, 28, 42, 56, 70 y 84 días respectivamente) durante las diferentes edades de corte (P≤0.01), con una tendencia similar a la DIVMS, pasando de un excelente contenido de proteína a edades tempranas a un bajo contenido conforme avanza la edad. Se concluye que el pasto Estrella de África tiene alto potencial de producción y buena calidad nutritiva.

**Palabras clave:** Estrella, calidad, forraje, frecuencia.

### INTRODUCCIÓN

Los pastos tropicales presentan diferente respuesta de producción y calidad dependiendo de las condiciones de humedad y luminosidad así como el manejo, ya sea bajo corte o pastoreo. Lo anterior justifica generar conocimiento que permita determinar el comportamiento productivo y calidad nutritiva del pasto Estrella de África cosechado a diferentes edades a lo largo del año.

El pasto Estrella de África es una gramínea perenne, de crecimiento rastrero, con largos y fuertes estolones que pueden alcanzar más de tres metros de longitud, enraízan en los nudos formados una cubierta muy densa; se lignifica durante la época de seca e incluso llega a entrar en latencia en este periodo (Enriquez y Bolaños, 1999). La característica que permite diferenciarlo de los ecotipos y variedades de *Cynodon dactylon* es la hoja, la cual puede ser lisa, plana de tipo lanceolada, de color verde a morado con poca pubescencia casi glabro (sin vellosidades), con una longitud de 3-30 cm de largo y 2-7 mm de ancho, presenta en la lígula una densa fila de pelos cortos de 0.2- 0.3 mm de largo; la inflorescencia presenta espigas digitadas en número de dos a cinco espiguillas solitarias de 2 a 3 mm dispuestas en dos filas a lo largo de una cara del raquis, sus glumas son pequeñas, especie diploide con 18 y 54 cromosomas (Hitchcock, 1971; De Wet *et al.*, 1970). En cuanto a su reproducción, esta se establece mediante material vegetativo ya que no produce semillas fértiles. En relación a las características pasto Estrella de África presenta buena adaptación a una amplia gama de suelos que se encuentran en el trópico mexicano, así como a los diversos climas tropicales y

subtropicales. También presenta su óptimo desarrollo en condiciones de suelos con textura franca de alta fertilidad y buen drenaje (Harvard-Duclos, 1969). La capacidad fotosintética de las hojas en los pastos y la eficiencia de utilización de la energía, se incrementan con el nivel de radiación solar a tasas diferentes, según la concentración de nitrógeno en los tejidos fotosintéticos y en relación con el nivel de agua disponible (Hirose y Werger, 1987). No obstante, a pesar de mostrar su mayor crecimiento en suelos fértiles de aluvión que contengan buenas características físicas; también puede desarrollarse en suelos arcillosos con drenajes deficientes en donde puede sobrevivir con lámina de agua de 10 a 15 cm hasta por 100 días (Bolaños 1999). Las gramíneas forrajeras poseen amplio rango de adaptación, ya que pueden crecer en diversos tipos de suelos, pero sus necesidades nutrimentales difieren significativamente entre especies, el pasto estrella se establece en suelos con baja fertilidad, pero si no es fertilizada su persistencia se verá limitada en algunas épocas del año (Bolaños 1999). Según del Pozo (1998), el crecimiento y calidad de los pastos puede variar considerablemente de acuerdo con el manejo a que se someten, según la especie de planta y las condiciones de suelo y clima.

El rendimiento en materia verde y seca está determinado en gran medida por las condiciones de humedad y fertilidad del suelo. En ensayo realizado por FONAIAP, se muestra que de acuerdo con la edad del rebrote, luego de un corte o pastoreo se obtienen variaciones en el rendimiento y la proteína cruda, que oscilan entre 1,685 a 3,833 kg MS ha<sup>-1</sup> corte<sup>-1</sup> y 9.6 a 6.6 % PC. En la zona de Bajo Tocuayo se ha obtenido rendimientos hasta de 3,000 kg MS ha<sup>-1</sup> corte<sup>-1</sup> y contenido de 9 a 11 % de PC a los 28 días (Romero, 1996). En un estudio realizado por Pérez (1979), en el que evaluó la producción animal en praderas de pasto estrella, sometido al efecto de la época del año y a las cargas de 3, 4 y 5 animales ha<sup>-1</sup>, se mostró la mayor ganancia de peso vivo en la época seca con 724 g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, mientras que en la época de lluvia la ganancia de peso fue 566 g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>; la menor eficiencia de crecimiento se obtuvo en la época de norte 258 animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. Asimismo, las ganancias de peso por hectárea por día fueron de 2.40, 0.98 y 2.89 kg, con respecto a lluvias, nortes y sequía. El trabajo realizado por Hitchcock (1971), en Florida, Estados Unidos de América, con variedades de pasto Estrella se realizó para ver el comportamiento de cada una de ellas y medir su rendimiento de MS (t ha<sup>-1</sup> corte<sup>-1</sup>), las especies que se estudiaron fueron; Estrella Sumer, Maravilla, Macaleb, Etiopia, Rhodesia, Saratosa y Estrella de África, donde el pasto Estrella de África ocupa el último lugar en rendimiento con 1.23 t ha<sup>-1</sup>, esto indica que las otras especies están por encima de ella con hasta 2.87 t ha<sup>-1</sup>. Otra información muestra que el comportamiento del Estrella de África bajo diversos ambientes de clima y suelo en Tabasco; En primer término se tiene que su rendimiento puede variar desde 4 hasta 26 t de MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, y los mayores rendimientos se tienen en suelos de alta fertilidad como los fluvisoles y en zonas con precipitaciones por arriba de 2500 mm anuales tal es el caso del clima Af (Meléndez, 2001).

### Objetivo

Determinar la producción de forraje y calidad nutritiva del pasto Estrella de África (*C. plectostachyus*) durante un año.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del sitio experimental y área experimental. La fase de campo se realizó en la ranchería Paso y Playa, ubicada en la carretera federal Cárdenas - Huimanguillo en el estado de Tabasco, que se ubica en los paralelos 17°19' latitud y 93° 23' de longitud oeste, se caracteriza por sus terrenos planos en áreas de depresión, la cabecera municipal está a 10 msnm, siendo esta la altura promedio del municipio de Huimanguillo, Tabasco. El estudio se llevó a cabo en una pradera de aproximadamente 1 ha cultivada con pasto Estrella de África (*C. plectostachyus*).



Área experimental. En el área útil de muestreo se distribuyeron aleatoriamente las cinco edades de corte: 28, 42, 56, 70 y 84 días.

Duración del estudio. El experimento se realizó durante un año, considerando las tres épocas climáticas típicas en el estado de Tabasco, sequía, lluvias y nortes.

Descripción del experimento. Se seleccionaron dos áreas de 2.5 x 2.5 m<sup>2</sup> dentro de la pradera, excluidas del pastoreo utilizando paneles construidos con malla electro-soldada con 2.5 X 1.7 m de largo y alto respectivamente, cada una con un área útil de muestreo de 1.5 x 1.5 m<sup>2</sup>. Las muestras se cortaron en un área de 0.5 x 0.5 m<sup>2</sup>, de acuerdo a las diferentes edades de corte consideradas, las cuales fueron pesadas y secadas en estufa de aire forzado, posteriormente molidas y enviadas para su análisis al Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, ubicado en el poblado Ajuchitlán, del municipio de Colón, estado de Querétaro.

Diseño experimental. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial de 3 x 5. Se consideraron tres épocas del año (Nortes, Sequia y Lluvias) y cinco edades de corte (28, 42, 56, 70 y 84 días) como factores, con dos repeticiones.

VARIABLES DE RESPUESTA. Se consideró el rendimiento de forraje fresco, forraje seco, materia seca, materia orgánica, contenido de cenizas, proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de la materia seca. ANÁLISIS ESTADÍSTICO. Para la evaluación estadística se utilizó el análisis de varianza a través del procedimiento GLM (SAS, 2007). La comparación de medias se realizó por la prueba de Tukey. Se seleccionaron dos áreas de 2.5 x 2.5 m<sup>2</sup>, Las edades de muestreo fueron de 28, 42, 56, 70 y 84 días

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La información obtenida confirma que el pasto Estrella de África, se comporta de manera similar a otras gramíneas tropicales, con producción sobresaliente en la época de Lluvias ( $P \leq 0.01$ ), con respecto a las otras épocas. Para la variable materia seca el contenido de ésta fue menor para la época de lluvias y nortes ( $P \leq 0.01$ ), respecto a sequía (Cuadro 1). La materia orgánica es otra variable agronómica evaluada que indicó el mejor contenido para las épocas de lluvias y nortes ( $P \leq 0.01$ ). En tanto para forraje verde lluvias fue diferente ( $P \leq 0.01$ ) de sequía y nortes respectivamente. La cantidad y calidad de los pastos tropicales depende de diferentes factores, los cuales pueden ser inherentes al ambiente y/o a la especie (McIlroy, 1991; Lemaire *et al.*, 2000), en este mismo punto, la lignificación del forraje disminuye la calidad el contenido de energía por unidad de volumen (Cacho, 1993).

En los pastos tropicales la producción de materia seca en la parte aérea depende de la tasa fotosintética y la tasa de respiración de la planta (Taiz & Zeiger, 2002). La importancia de considerar la producción de materia seca en lugar de la producción de biomasa fresca (materia verde), es que se pueden comparar forrajes con diferente contenido de humedad y en diferentes condiciones ambientales.



Cuadro 1. Rendimiento del pasto Estrella de África considerando diferentes variables de respuesta en tres épocas del año en la Chontalpa, Tabasco

Época	Forraje verde, kg ha <sup>-1</sup>	Forraje seco, kg ha <sup>-1</sup>	Materia seca, %	Materia orgánica, %
Sequia	5851.3 <sup>b</sup>	1990.5 <sup>a</sup>	95.00 <sup>a</sup>	90.12 <sup>b</sup>
Nortes	5851.5 <sup>b</sup>	2213.0 <sup>a</sup>	93.39 <sup>b</sup>	90.37 <sup>ab</sup>
Lluvias	10041.8 <sup>a</sup>	2649.8 <sup>a</sup>	94.03 <sup>b</sup>	91.51 <sup>a</sup>

Letras diferentes en la misma columna indican diferencia ( $P \leq 0.01$ ).

En el cuadro 2, se muestra el crecimiento del pasto a diferentes edades de corte en tres periodos del año, a la edad de corte de 70 y 84 días mostró un incremento ( $P \leq 0.01$ ), de 2.46 veces más respecto a los 28 días que fue el nivel de producción más bajo, mientras que la variable de forraje seco se vio incrementado de manera significativa ( $P \leq 0.01$ ) de 3.41 veces respecto a los 28 días, en términos generales se observó un incremento lineal de la producción de forraje seco conforme aumenta la edad de corte. En tanto que las variables materia seca y materia orgánica no se encontró diferencia ( $P \geq 0.05$ ).

Cuadro 2. Crecimiento del pasto Estrella de África considerando diferentes variables de respuestas y edades de corte en la Chontalpa, Tabasco.

Edad de corte	Forraje verde, kg ha <sup>-1</sup>	Forraje seco, kg ha <sup>-1</sup>	Materia seca, %	Materia orgánica, %
28	4729 <sup>c</sup>	1226.6 <sup>c</sup>	93.94 <sup>a</sup>	90.35 <sup>a</sup>
42	6016 <sup>cb</sup>	1844.3 <sup>bc</sup>	94.22 <sup>a</sup>	91.07 <sup>a</sup>
56	9307 <sup>ab</sup>	2988.7 <sup>ab</sup>	94.11 <sup>a</sup>	90.93 <sup>a</sup>
70	10823 <sup>a</sup>	3731.3 <sup>a</sup>	94.37 <sup>a</sup>	89.93 <sup>a</sup>
84	11648 <sup>a</sup>	4187.1 <sup>a</sup>	94.41 <sup>a</sup>	91.29 <sup>a</sup>

Letras diferentes en la misma columna indican diferencia ( $P \leq 0.01$ )

En trabajos reportados por (Abaunza *et al.*, 1991; Villarreal, 1994; Velasco *et al.*, 2001), indican que la materia seca se incrementa conforme avanza la edad y crecimiento de la planta, encontrando la mayor tasa de crecimiento en las especies tropicales cuando en el periodo de máxima precipitación pluvial. Los pastos tropicales son eficientes usando el agua, tanto la de lluvia como la del suelo. La producción de materia seca anual depende del tipo de gramínea y de suelo, además del régimen de lluvias (Murphy, 2010). En cuanto al rendimiento anual de forraje de cinco variedades de pasto bermuda, a mencionar, "Coastal", "Callie", "S 16", "Tifton 68" y "S-83", cortados durante dos años a cuatro diferentes frecuencias (14, 28, 42 y 56 días); fue en promedio de 10.5, 12.8, 15.5 y 16.6 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. La producción aumentó a medida que avanzó la edad de cosecha, pero el incremento no fue lineal. Al ajustar un modelo cuadrático se comprobó que la magnitud del incremento tendía a disminuir conforme se avanzaba en la edad de corte del pasto (Holt y Conrad, 1986).

La calidad del forraje varía de acuerdo con la edad de cosecha del material (Cuadro 3), lo cual es notable en la digestibilidad *in vitro* de la materia seca ( $P \leq 0.01$ ) apreciando que conforme el pasto madura la DIVMS baja lo que muestra la importancia de utilizarlo a edad temprana. La proteína cruda mostró cambios durante las diferentes edades de corte ( $P \leq 0.01$ ) con una tendencia similar a la DIVMS de un excelente contenido de proteína a edades tempranas que disminuye conforme pasa el tiempo.

González (1992), evaluando en animales lecheros dietas de pasto *Cynodon* y *Arachis pintoii*, determinaron el contenido de PC y DIVMS solos y asociados, en todos los muestreos de la gramínea sola se presentó menor calidad (12.8 %, 10.0 % y 10.3 % de PC y



50.6 %, 49.0 % y 43.8 % de DIVMS para el primero, tercero y quinto día de ocupación, respectivamente). Mijares *et al* (2003), reportan datos de producción en Estrella de África por hectárea de 5,312 kg MS; 6.8 % PC; 74.0 % fibra detergente neutro; 51.9 % fibra detergente ácido; y 38.5 % digestibilidad *in situ* de la MS.

Cuadro 3. Calidad nutritiva del pasto Estrella de África considerando diferentes variables y edades de corte en la Chontalpa, Tabasco.

Edad de corte	Cenizas, %	DIVMS <sup>1</sup> , %	Proteína cruda, %
28	9.41 <sup>a</sup>	68.22 <sup>a</sup>	10.34 <sup>a</sup>
42	8.92 <sup>a</sup>	64.25 <sup>ab</sup>	8.38 <sup>ab</sup>
56	9.06 <sup>a</sup>	63.76 <sup>ab</sup>	8.04 <sup>ab</sup>
70	10.06 <sup>a</sup>	63.74 <sup>ab</sup>	7.75 <sup>ab</sup>
84	8.70 <sup>a</sup>	58.92 <sup>b</sup>	5.79 <sup>b</sup>

Letras diferentes entre filas indican diferencia significativa ( $p < 0.001$ ); <sup>1</sup>digestibilidad *in vitro* de la materia seca

Los resultados de diversos trabajos realizados en la región tropical (Martín, 1998; Ramírez *et al.*, 2009), indican que la edad de rebrote constituye uno de los factores de mayor influencia en el crecimiento y la calidad de los pastos, y a medida que se prolonga la edad de rebrote se logra rendimiento superior en biomasa, con deterioro de la calidad; esto indica que defoliaciones frecuentes son a menudo más deseables para utilizar pasto de mayor valor nutritivo. Para la tendencia de la densidad y número de rebrote en el tiempo pueden ser explicados, principalmente, por el efecto de la intensidad lumínica, como lo ratifican, Pedreira *et al.* (2007), y por influencia de la presión de pastoreo, descrita por Hodgson (1990), en donde la pastura tiende a tomar una estructura basada en alta densidad de pequeños macollos cuando la presión es alta y revertido cuando la presión decrece.

## CONCLUSIÓN

El pasto Estrella de África presenta un crecimiento lineal conforme avanza la edad de corte. Sin embargo, la calidad es inversamente proporcional a la edad, por lo que el punto óptimo para producción de materia seca esta entre los 28 y 42 días.

La producción de forraje disminuye conforme aumenta el número de cortes lo cual sugiere que para evitar una reducción de producción de forraje a través del año, se requiere devolver al suelo los nutrientes que se extraen por las plantas.

## LITERATURA CITADA

- Abaunza MA, Lascano CE, Giraldo H, Toledo JM. 1991. Valor nutritivo y aceptabilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales en suelos ácidos. *Pasturas Tropicales* 13 (2): 2-9.
- Cacho, O. J. 1993. A practical equation for pasture growth under grazing. *Grass and forage science* vol 48 p 387 - 394.
- De Wet, J.M.J. and Harlan, J, R. 1970. *Biosystematics of Cynodon L.C. Rich. (Gramíneas)*. Taxon, 19.pp.565-569.
- Del Pozo, P.P. 1998. Análisis del crecimiento del pasto estrella (*C. nlemfuensis*) bajo condiciones de corte y pastoreo. Tesis Dr. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba
- Enriquez QJF, Bolaños EDA. 1999. Tecnología Para la producción y manejo de forraje tropical en México. INIFAP Papaloapan, Veracruz, México 262pp
- González, M. S. 1992. Selectividad y productividad de leche en pasturas de estrella (*Cynodon nemfluensis*) solo y asociado con las leguminosas forrajeras *Arachis pintoi* CIAT 17434 y *Desmodium ovalifolium* CIAT 350. Tesis Mag. Sc. Centro





- Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. 142 p.
- Harvard-Duclos, B. 1969. Las plantas forrajeras tropicales. Barcelona, España. Edit. Dover. 711 pág.
- Hirose, T. & Werger, M.J.A. 1987. Nitrogen use efficiency in instantaneous and daily photosynthesis of leaves in the canopy of a *Solidago altissima* stand. *PhysiologiaPlantarum*. 70:215
- Hitchcock, A.S. 1971. Manual of the grasses of the United States vol.1 New York, USA. Edit. Dover. 711 pag.
- Hodgson, J. 1990. *Grazing management*. Science in to Practice Longman Scientific and Technical. Essex, England. 203 p. *Brachiaria decumbens* en monocultivo y en asociación con *Leucaena leucocephala*. Pastos y Forrajes 31(3): 217-227.
- Holt, E. C., and B. E. Conrad. 1986. Influence of harvest frequency and season on Bermuda grass cultivar yield and forage quality. *Agron. J.* 78:433-436.
- Lemaire G, Hodgson J, de Moraes A, Carvalho PCF, Nabinger C. 2000. Grassland ecophysiology and grazing ecology. Cambridge (UK): Commonwealth Agricultural Bureau International.
- Martín, P. C. 1998. Valor nutritivo de las gramíneas tropicales. *Rev. Cubana. Ciencia Agrícola*, 32, 1.
- McIlroy R.J. 1991. Introducción al cultivo de los pastos tropicales. Ciudad de México: Limusa. 168 pp.
- Meléndez, N.F. 2001. Caracterización Morfológica y potencial forrajera del genero *Tripsacum* para el trópico de México. Informe final campo experimental, Huimanguillo Tabasco. CIRGOC-INIFAP.
- Murphy. S. R. 2010. Tropical perennial grasses - root depths, growth and water use efficiency. Industry & Investment. June 2010. Disponible en URL: [http://www.dpi.nsw.gov.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0003/343695/Tropical\\_perennialgrasses-root-depths-growth-and-water-use-efficiency.pdf](http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0003/343695/Tropical_perennialgrasses-root-depths-growth-and-water-use-efficiency.pdf)
- Pérez, P, J, 1979. Rama de Ciencia Animal. CSAT. Boletín CA-5 Cárdenas Tab.
- Taiz L, Zeiger E. 2002. Plant physiology. 3rd Ed. Sunderland (USA): Sinauer Associates Inc. 690 pp.
- Velasco ZME, Hernández-Garay A, González HVA, Pérez PJ, Vaquera HH, Galvis SA (2001) Curva de crecimiento y acumulación estacional del pasto Ovillo (*Dactylis glomerata* L.). *Téc Pecu Méx* 39 (1): 1-14.
- Villarreal M (1994) Valor nutritivo de gramíneas y leguminosas forrajeras en San Carlos, Costa Rica. *Pasturas Tropicales* 16 (1): 27-31.



## COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE DOS GRAMINEAS TROPICALES A DOS FRECUENCIAS DE CORTE, BAJO CONDICIONES DE TROPICO HÚMEDO

### YIELD COMPONENTS OF TWO TROPICAL GRASS CUTTING FREQUENCY TWO UNDER CONDITIONS OF TROPICAL WET

Ramírez González J.J.M.\*<sup>1</sup>, Quijano Hernández S.<sup>2</sup>, González Martínez D.<sup>2</sup>, Alarcón Zúñiga B.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Investigador titular C. S.E. Las Margaritas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro de investigación Regional Golfo Centro. Hueytamalco, Puebla. <sup>2</sup> Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5. Carretera México- Texcoco, Chapingo, C.P. 56230, México. <sup>3</sup>Profesor-Investigador del Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5. Carretera México- Texcoco, Chapingo, C.P. 56230, México.

T-102

#### RESUMEN

El trabajo se realizó en el Sitio Experimental “Las Margaritas” INIFAP en Hueytamalco, Pue; donde se determinó el rendimiento total kilogramos de materia seca (MS), Relación hoja: tallo (H:T), altura de planta (ALT) y cobertura (COB) en *B. brizantha* x *B. ruziziensis* cv. Mulato y *B. brizantha* cv. Insurgente, en condiciones de trópico sub-húmedo. Se evaluaron dos frecuencias de corte (7 y 8 semanas), durante las épocas de lluvias (LL), nortes (NR) y secas (SE), utilizando el modelo de bloques al azar con arreglo en parcelas subdivididas y mediciones repetidas. Los resultados obtenidos indicaron que las especies no mostraron diferencias en rendimiento promedio por corte ( $P \geq 0.05$ ), sin embargo cv. Insurgente fue superior en ALT, H:T y COB. La mayor acumulación promedio de forraje se presentó a la frecuencia de 8 semanas (2383 kg MS ha<sup>-1</sup>), pero con la menor relación H:T (76:24). La acumulación promedio de forraje fue mayor en LL, seguido de SE y NR (2871, 1619 y 1143 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Durante lluvias, la producción de MS fue similar entre especies, pero en NR el híbrido cv. Mulato presentó mayor rendimiento, y en SE el cv. Insurgente (1311 y 1769 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Se concluye que la acumulación de forraje se incrementa conforme se aumenta la frecuencia de corte, aunque la relación H:T se reduce con dicho aumento. Concluyendo que *Brachiaria brizantha* cv. Insurgente es una alternativa para establecimiento y producción de forraje en la región nororiental de Puebla con climas subtropicales, como es el caso de Hueytamalco, Pue.

**Palabras clave:** *Brachiaria* sp, frecuencias de corte, rendimiento, épocas.

#### INTRODUCCIÓN

Una de las fortalezas de los sistemas de producción pecuaria en el trópico consiste en explotar la capacidad de producción de forraje que se tiene en las regiones tropicales donde se desarrolla la actividad ganadera. Lamentablemente, en dichas regiones todavía existen miles de hectáreas cubiertas por especies nativas e introducidas de bajo valor forrajero y una gran cantidad de praderas en regulares o malas condiciones debido al mal manejo que han recibido (Méndez, 1999). Para mejorar esta situación, es necesario que los productores cuenten con información sobre el potencial que tienen sus predios para soportar el establecimiento de praderas con determinadas especies de excelente calidad y cuál es el manejo posible de dichas especies. La ganadería tropical ha venido desarrollándose teniendo como base de su alimentación el uso de pastos cultivados, constituidos fundamentalmente por especies forrajeras gramíneas de origen africano, que han mostrado excelente adaptación a las condiciones de clima y suelo predominantes en el trópico. En algunas partes de la región tropical húmeda de México, la vegetación de bosque nativo ha sido reemplazada por pasturas de gramíneas introducidas como *Digitaria decumbens*, *Panicum maximum*, *Cynodon*



*plectostachyus*, *Pennisetum purpureum* (De Alba, 1976; Cantú, 1990) y más recientemente *Brachiaria spp.*; en algunas otras partes esta vegetación ha sido reemplazada por praderas cortas de especies nativas (localmente conocidas como “gramas”) dominadas por *Paspalum notatum*, *Paspalum conjugatum* y *Axonopus affinis* (Hernández, 1987). Las plantas forrajeras más utilizadas en América tropical están dentro del género *Brachiaria*, las especies *B. brizantha*, *B. decumbens*, *B. humidicola* y *B. ruziziensis* son ampliamente conocidas y poseen excelentes cualidades forrajeras (Faría, 2006).

En la región subtropical de México, en los estados de Puebla, Veracruz y Oaxaca, cercanos a la Sierra Madre Oriental, los zacates inducidos o gramas nativas existen en extensiones considerables dedicadas a la ganadería. En dicha región los terrenos son lomeríos con fuertes pendientes, donde es difícil y costosa la erradicación de estos zacates, debido a su capacidad para tolerar baja fertilidad y sobrepastoreo que les permite invadir potreros mal manejados (Méndez, 1999). La región antes mencionada se caracteriza por tener una producción de forraje estacional y depende de la distribución de las lluvias, por esto, las condiciones productivas de las explotaciones ganaderas son severamente afectadas por periodos bien definidos de abundancia y escasez de forraje que se presenta en la época de lluvias y de sequía, respectivamente (Ramos 1985, Ortega y González 1992).

El INIFAP y otras instituciones han trabajado en la búsqueda de mejores cultivos forrajeros para diversas condiciones climáticas y muchos de esos materiales ya han sido liberados y utilizados extensivamente por los productores de cada región tropical. Además, se han escrito y publicado fichas tecnológicas, guías y manuales que describen las características de las especies y su manejo (López, 1999 y Enríquez et al. 1999). Sin embargo hace falta información del rendimiento y potencial productivo de los forrajes que permitan usar esta información en los sistemas actuales de alimentación.

**Objetivo general.** Estimar componentes de rendimiento y la respuesta productiva de dos gramíneas a dos frecuencias de corte, durante las épocas del año y sus interacciones con el ambiente.

**Objetivos particulares.** Estimar el rendimiento, a las frecuencias de corte de 5 y 6 semanas. Determinar los componentes de rendimiento (hojas y tallos) así como características agronómicas (rendimiento, altura y cobertura) en las distintas épocas del año.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el Sitio Experimental “Las Margaritas” del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP-SAGARPA), localizado en el km 9.5 de la carretera Hueytamalco-Tenampulco, en el Estado de Puebla. Ubicado a 19° 45' 23.75” latitud norte y 97° 17' 02.76” longitud oeste, a una altura de 450-550 m. En las estribaciones de la Sierra Nororiental de Puebla, en una zona de transición entre clima templado y tropical. El clima corresponde al tipo A(f)c (García, 1998), según la clasificación de García (1998) y se caracteriza por presentar una precipitación pluvial de 2,960 mm promedio anual y temperatura media de 21 °C, con valores extremos de 31 °C como máxima y 6 °C como mínima y una humedad relativa del 90 %. La distribución de las lluvias comprende de junio a mediados de octubre (80%); de octubre a mediados de febrero se presentan los llamados “nortes” o época invernal; y entre febrero y mediados de junio ocurre la época de menor precipitación. El relieve de la región es accidentado, en su mayoría con pendientes de 10-35%. Los suelos están caracterizados como Ultisoles y Oxisoles, con textura migajón arcillo-arenosa, de color café claro a café oscuro; el pH es ácido de 4.5-5.5. La vegetación natural está constituida por Selva



Mediana y Bosque de encino tropical que al perturbarse induce la aparición y establecimiento de gramas nativas, principalmente de los géneros *Axonopus spp* y *Paspalum spp*.

**Materiales.** Las gramíneas; (IN): *Brachiaria brizantha* (Insurgente), y (MU): *Brachiaria brizantha* x *Brachiaria ruzizensis* (Mulato).

**Manejo de parcelas.** Las parcelas grandes fueron de 2.5 m de ancho por 5 m de largo (12.5 m<sup>2</sup>). Se sembraron 4 surcos a lo largo del rectángulo, con una separación entre surcos de 0.25 m y entre los bordes de 0.5 m. El área experimentalmente útil fue de 4.0 m<sup>2</sup> y con 0.5 m libres a todos los lados para evitar el efecto de orilla. El cuadrante utilizado fue de 1.0 m<sup>2</sup> y colocándolo lo más al centro posible para abarcar los dos surcos centrales. La fertilización fue de mantenimiento, aplicando la fórmula 100-50-00 kg/ha, de nitrógeno (N), fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y potasio (K<sub>2</sub>O), respectivamente. Aplicando 278 g de urea y 139 g de superfosfato triple de calcio (SFT) a la parcela experimental. El nitrógeno se fraccionó en dos aplicaciones; 50 % del nitrógeno y todo el fósforo al iniciar las lluvias y el resto del nitrógeno al final de esta.

**Frecuencias de corte.** Se cortaron a frecuencia de corte de 5 y 6 semanas (35 y 42 días de rebrote), las parcelas se uniformizaron y se realizó a 20 cm en Mulato e Insurgente; durante este corte todas las plantas se defoliaron completamente. Iniciando el 23 de mayo de 2007 y finalizando el 22 de abril de 2009, Efectuando 20 cortes cada 35 días y 16 cada 42 días, (23 meses) y abarcó tres épocas climáticas, las cuales se consideraron como: LL) Lluvias: (15 de junio-14 de octubre). NR) Nortes: (15 octubre-14 de febrero) y SE) Secas: (15 febrero-14 de junio). Si durante el intervalo de rebrote a través de cada corte, no se acumuló suficiente biomasa a cualquiera de las frecuencias, entonces se consideraba como “no muestreo”.

**Diseño Experimental.** Fue de bloques completos al azar con arreglo en parcelas subdivididas, distribuidas aleatoriamente en cuatro repeticiones (bloques) la parcela mayor fue la especie y 8 repeticiones y la menor la frecuencia, subdivididas a través de las épocas. Empezando con 35D en un extremo y 42D en el extremo opuesto.

**VARIABLES DE RESPUESTA.** Fueron: altura promedio de la planta (Altp), cobertura (Cob), rendimiento total de materia seca (MS) y relación H:T medido en porcentaje (%).

**Altura de planta (Altp) cm.** Esta se obtuvo en centímetros de 8 plantas dentro del M<sup>2</sup> evaluado. La altura de corte de 20 cm del suelo en IN y MU por su hábito de crecimiento semi-amacollados.

**Cobertura (Cob).** Se refiere a la apreciación visual del porcentaje de terreno cubierto por el dosel vegetal de 1 m<sup>2</sup> del área de muestreo.

**Rendimiento total (Rendt).** Para Rendt, todo lo fresco cortado (kg MS ha<sup>-1</sup>) de cada parcela chica (1.0 m<sup>2</sup>), fue pesado inmediatamente. Cuando lo cortado en el m<sup>2</sup> fue mayor a 1.3 kg, se mezcló y se tomaron dos sub-muestras: de 0.5 kg, para determinar materia seca (MS); y se determinó el porcentaje MS de la muestra y el rendimiento por hectárea y la otra, de 0.8 kg aproximadamente, para separar componentes comestibles de no comestibles. El porcentaje de MS se obtuvo por regla de tres simple:

**Análisis estadístico.** El diseño utilizado fue el de bloques completos al azar con arreglo de parcelas subdivididas, usando el procedimiento GLM y MIXED para análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de TUKEY del paquete estadístico SAS (2001).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Los resultados que arrojó el análisis de varianza con el procedimiento GLM y MIXED, indican que hubo diferencias significativas entre materiales y frecuencias que se presentan a continuación.

**Variaciones entre especies.** Este es considerado como el primer reporte experimental de las especies forrajeras en estudio MU e IN para la región de Hueytamalco, Puebla; considerando frecuencias de corte y distribución de masa de forraje a través de cada época del año. La interpretación de datos considera las diferencias estadísticas para Rendt, Altp, Cob y proporción de hoja y tallo, a través de épocas y frecuencias de corte. Los resultados obtenidos para la comparación entre especies, se observa que no hubo diferencias ( $P \leq 0.05$ ) para rendimiento de MS promedio a través de los cortes 1895.8 y 1940.6 kg MS ha<sup>-1</sup> para MU e In, respectivamente, en cambio, el porcentaje de hojas respecto a tallos fue superior en MU respecto a IN con 86:14 vs 80:20 % de hoja vs tallos. En el % de tallos primarios no hubo diferencia 45.7 y 47.0 %: Sin embargo, si hubo diferencia en tallos secundarios 67.0 vs 69.0 %.

**La cobertura (Cob).** Mostró diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), siendo IN con mayor porcentaje, seguido de MU con valores de 69 y 67 % respectivamente. Resultados diferentes a los reportados por Gómez *et al.* (2000) en el Piedemonte amazónico colombiano, donde *B. brizantha* CIAT 26110 y cv Mulato. Sin embargo, los resultados obtenidos para Altp para 24 accesiones e híbridos de *Brachiaria*, fueron similares a los del presente estudio durante la fase de producción.

**Influencia de frecuencia de corte.** La mayor producción de forraje (kg MS ha<sup>-1</sup>), Altp (cm) y Cob (%) se obtuvo a 42 días (2383.8, 47 y 74, respectivamente) en comparación a 35 días (1532.5, 41 y 63) ( $P \leq 0.05$ ); sin embargo, las especies manifestaron a esta edad, una menor proporción de hojas a consecuencia de una mayor cantidad de tallos (76 y 24 %). Esto es debido a que la relación H:T de las gramíneas es inversamente proporcional con la edad (Mancilla, 2006). Se observó que a mayor edad de rebrote, el comportamiento agronómico de los materiales es muy conveniente, lo cual coincide a lo encontrado por Peralta *et al.* (2007) quien menciona que conforme se amplía el período de rebrote, se incrementa Cob, Altp y rendimiento de MS. Sin embargo; los resultados reportan que a mayor edad, disminuye la cantidad de hojas, esto es debido a que al aumentar la madurez de la planta, la cantidad de tallos se incrementa en relación a las hojas. Similar comportamiento fue observado por Homen *et al.* (2010), para tres *Brachiaria* a partir de 35 días, la relación H:T disminuye, siendo el componente de tallos el que muestra la mayor proporción, asumiendo una reducción en la calidad nutritiva del forraje, a pesar de no haberse estimado dicha variable en el presente experimento. Hidalgo (2004) menciona que la mayor tasa de acumulación de MS de diferentes pastos en el Zamorano, Honduras, se obtiene a 35 días, cuando son regados diariamente (175 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>), en comparación a la producción sin aplicación de riego.

Referente a Altp, los resultados indican que conforme aumenta la frecuencia de corte, la altura se incrementa, similar a lo reportado por Homen *et al.* (2010), quienes encontraron que a 35 y 42 días, los valores de altura promedio para especies de *Brachiaria* en Miranda, Venezuela, fueron de 40 y 48 cm, respectivamente; el autor indica que a partir de 28 días se aprecia una tendencia a presentar los mayores incrementos en altura.

**Influencia de época de corte.** Los resultados muestran las variaciones encontradas a través de épocas, considerando lluvias (LL), secas (SE) y nortes (NR), en promedio entre especies y frecuencias de corte. Los rendimiento promedio fueron mayores en LL, seguido de SE y NR con 2871, 1619 y 1143 kg MS ha<sup>-1</sup> respectivamente, ( $P \leq 0.05$ ). La proporción de hojas fue menor en LL y similar en NR y SE, 75 vs 85 y 83 % respectivamente, y el porcentaje de tallos fue inverso en LL y parecida en NR y SE con 25, 15 y 17 % respectivamente.

De acuerdo con los resultados obtenidos se encontró que, la producción de forraje fue de 51 % en LL, 20 % NR y 29 % SE, donde el Rendt, Altp y Cob mostraron efectos por la época del año. Sosa *et al.* (2008) evaluando varias gramíneas tropicales en Quintana, Roo, encontraron que el rendimiento de forraje en NR, fue superior al de SE e inferior a LL ( $P \leq 0.05$ ), resultados diferentes a este trabajo en cuanto a SE vs NR. La mejor respuesta en LL se atribuye a que durante SE, las producciones son bajas o cercanas a cero y en LL, las tasas de acumulación de MS se maximizan (Mata, 1989).

La Altp y la Cob fueron diferentes en las épocas con 57, 32, 42 cm, y 77, 65 y 61 % para LL, SE y NR. En este mismo estudio, refiriéndose a cobertura vegetal en SE, se presentó los valores más bajos de cobertura (64 %), comparados con los NR y LL que presentaron el mismo valor (80 %), valores similares a los alcanzados en este estudio para LL y SE, pero inferiores en NR. Ramírez *et al.* (2009) reportaron que en Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) las mayores Altp (111 cm), en el estado de Guerrero, se presentaron durante LL; debido a las mejores condiciones ambientales, principalmente la precipitación del lugar.

Respecto de la relación H:T, Homen *et al.* (2010) y Cruz *et al.* (2011), reportaron un aumento en la proporción de hojas durante LL en gramíneas con condiciones de bosque húmedo tropical, y que difiere con los resultados obtenidos en esta investigación, ya que en la misma época se encontró la menor proporción de hoja en comparación a las demás épocas.

**Interacción especie\*frecuencia.** No se encontraron diferencias estadísticas ( $P \geq 0.05$ ) para Rendt a 35 días; sin embargo, el mejor fue MU y por último IN con 1656.2 y 1434.0 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente. El incremento del forraje por unidad de superficie a 42 días en relación a 35 días fue de 33 % para MU y 79 % para IN. Respecto a lo anterior, se observa una tendencia positiva al incremento del rendimiento de MS conforme avanzó la edad de crecimiento, debido a que a mayor edad, el área foliar se incrementa, concordando a lo reportado por Enríquez (1997), que la producción de MS aumenta a medida que avanza la edad favoreciendo el rendimiento de éstos. En cuanto a la relación de hojas respecto al tallo, 35D mostró la mayor relación en comparación a 42D ( $P \leq 0.05$ ), presentando MU la mayor proporción de hojas para las dos frecuencias y por último IN (88 y 85 % a 35 días y 82 y 75 % a 42 días respectivamente). La proporción de tallos fue mayor al aumentar la frecuencia.

La Altp fue mayor a 42 días respecto a 35 días, sin embargo mostró diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), manifestando que IN expresó los valores más altos en ambas frecuencias (44 y 51 cm), lo contrario de MU (43 y 49 cm respectivamente) (Cuadro 1); resultados que coinciden con Gómez *et al.* (2000), con varias accesiones de *Brachiaria*. Para cobertura vegetal, en ambas frecuencias, no se encontraron diferencias significativas entre especies ( $P \leq 0.05$ ), sin embargo presentaron menor cobertura vegetal ( $P \leq 0.05$ ) a 35D, comparados con 42D, donde hubo un incremento promedio del 12 % en la cobertura.

Cuadro 1. Comportamiento agronómico de tres especies de gramíneas cosechadas a 35 y 42 días de rebrote, en Hueytamalco, Puebla.

Especie	Componentes de rendimiento				
	F.C (Días)	RT (Kg MS ha <sup>-1</sup> )	Relación H:T	Altura (cm)	Cobertura (%)
MU	35	1656.2 b	88:12	44 b	62 b
	42	2195.3 a	82:18	49 a	74 a
IN	35	1434.0 b	85:15	44 b	64 b
	42	2573.8 a	75:25	51 a	76 a

\* Medias con la misma letra dentro de columnas no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ). MU= Mulato, IN=Insurgente; FC= Frecuencia de corte; RT =Rendimiento total.

**Interacción época\*especie.** Fue significativa ( $P \leq 0.05$ ), se observa que durante LL, (junio a octubre), se presentó un comportamiento similar en cuanto a rendimiento, pero superior que en NR y SE. Debido a que durante SE las producciones son bajas o cercanas a cero y en LL, durante los períodos de mayor precipitación, las tasas de acumulación de MS son mayores. (Mata, 1989). En NR se mostraron los valores más bajos en producción, MU e IN rendimientos de 1311 y 1171 kg MS ha<sup>-1</sup> respectivamente. Durante SE la producción aumentó 4 % en MU y 51% en IN de lo alcanzado en NR; esto pudiese ser un efecto ocasionado por la disminución del fotoperiodo durante esta época que limitó el proceso de fotosíntesis del pasto. A pesar de que en NR los rendimientos de MS fueron menores ( $P \leq 0.05$ ), la relación H:T fue mayor y similar a SE, en comparación a LL con valores que fluctúan entre 75 y 82 % de hoja. Esta época es la que más afectó el comportamiento morfológico y es cuando hubo la mayor proporción de tallos en la planta, lo que se atribuye a una mayor tasa de generación de estos tejidos, como ocurre en especies tropicales (Ramírez *et al.*, 2010; citado por Cruz *et al.*, 2011. Las cantidades de tallos por épocas fluctuaron entre 12 (MU e IN; NR y SE, respectivamente) y 25 % (IN en LL) para la región de Hueytamalco, Pue., los resultados en rendimiento y altura fueron superiores en NR pero menores que LL. (Cuadro 2). La evaluación realizada por Rojas *et al.* (2011) de cultivares de *Brachiaria* en el estado de Guerrero encontraron que durante LL, los que mejor se adaptaron a las condiciones donde se realizó el estudio, por su desempeño agronómico, fueron *B. brizantha* y el cv. Mulato, porque mostraron valores más altos en producción de hojas y menor material muerto durante esta época, y que concuerda con lo obtenido en el estudio.

Para Altp, se encontró que MU e IN fueron superiores en LL, sin embargo fueron inferiores en NR y en SE y que presentan valores muy por encima a los reportados por Sanabria *et al.* (1995) en *Brachiaria brizantha* (39.1 y 13.8 cm) en SE. (Cuadro 2).

La mayor cobertura (Cob) la presentó IN en todas las épocas, siendo similar en LL con MU (Cuadro 2). Esta variable mostró valores parecidos entre NR y SE. Resultados que difieren a los reportados por Sanabria *et al.* (1995) quien observó en 6 ecotipos de gramíneas en un paisaje de mesa en Bolívar, Venezuela, que durante SE, *B. humidicola* presentó mayor Cob con respecto a *B. brizantha* mientras que en LL ocurrió lo contrario en las mismas especies.

Cuadro 2. Comportamiento agronómico de Mulato e Insurgente durante tres épocas climáticas en Hueytamalco, Puebla.

Época	Componentes de rendimiento				
	Especie	RT (Kg MS ha <sup>-1</sup> )	Relación H:T	Altura (cm)	Cobertura (%)
Lluvias (LL)	MU	2889 a*	82:18	57 a	75 a
	IN	2841 a	75:25	57 a	78 a
Nortes (NR)	MU	1311 b	87:13	36 c	61 b
	IN	1171 b	82:18	36 c	63 b
Secas (SE)	MU	1366 b	88:12	43 b	64 b
	IN	1769 b	85:15	47 b	68 b

\* Medias con la misma letra dentro de columnas no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ). MU= Mulato, IN=Insurgente; FC= Frecuencia de corte; RT =Rendimiento total.

**Interacción época\*frecuencia de corte.** Los rendimientos durante LL, (junio-octubre), son mayores cortando a 42D (3058 vs 2711 kg MS ha<sup>-1</sup> respectivamente), similar a lo reportado por Vergara y Araujo, (2006) con rendimientos de 2,744 kg MS ha<sup>-1</sup> corte<sup>-1</sup>, en Zulia, Venezuela y a los reportados por Méndez (1999), con ocho gramíneas para pastoreo en el mismo sitio experimental. Sin embargo, la proporción de hoja fue mejor (79 vs 70 %) a 35D con una menor

cantidad de tallos (21 vs 30 %), La Altp y Cob tuvieron valores ligeramente inferiores a 42D (55 vs 60 cm, 72 vs 83 %, respectivamente). En condiciones de bosque húmedo tropical Homen *et al.* (2010) reportan valores de altura promedio de 61 y 72 cm para 35 y 42 días respectivamente, en distintas especies de *Brachiaria* en LL; valores superiores a esta evaluación. En NR, el rendimiento fue bajo ( $P \leq 0.05$ ) a 35D (964 vs 1365 kg MS ha<sup>-1</sup>) sin embargo, la proporción de tallos fue menor que cuando se cortó cada 42D (11 vs 19%), lo cual es una característica deseable en forrajes tropicales. Así entonces, en SE la aparición de hojas es menor conforme crece la planta (89 vs 81 %), mientras que en LL las hojas representan una mayor proporción del total de forraje cuando se cortan cada 7 semanas que cada 5 semanas. Además la elongación de los tallos estimado como Altp, es menor en SE que en LL (Ramírez *et al.*, 2010). Los bajos rendimientos se atribuyen a las condiciones climáticas durante el experimento (noviembre-febrero), temperaturas mensuales mín. y máx., de 12 a 14 y de 21 a 25 °C respectivamente, menores a las requeridas para una máxima potencialidad del rendimiento en *Brachiaris* ocasionando rendimientos inferiores en LL. Moore (1981) al respecto, menciona que la producción de forraje es afectada por factores climáticos de cada época del año, sobre todo cuando las temperaturas mínimas son por debajo de 22 °C. Para Altp y Cob, los valores fueron menores a 35D (29 cm y 56 %) respectivamente, e inferiores en comparación a LL y SE. Posiblemente, la baja disponibilidad de luz solar afecta el crecimiento de las plantas. (Argel *et al.*, 2005). No se encontraron diferencias estadísticas en Rendt, % de h y Cob entre NR y SE. Al respecto, Bolaños *et al.* (2002) reportan que efectos ambientales con frecuencia son más importantes que efectos del genotipo sobre los caracteres productivos de las plantas. Durante SE, se presentó el mayor rendimiento a 42D (2817 kg MS ha<sup>-1</sup>), valores intermedios en comparación a LL y NR (3058 y 1365 kg MS ha<sup>-1</sup>), respectivamente. Machado (1996) menciona, que el déficit de humedad del suelo, influye negativamente en el crecimiento de los pastos, provocando reducción del área foliar, la actividad fotosintética así como, la acumulación de forraje respectivamente.

## CONCLUSIONES

El mejor comportamiento agronómico lo presentó Insurgente. La mayor acumulación de MS, Altp y Cob, es a 42 días, pero la proporción de hojas disminuye al aumentar la edad de las plantas. Para época del año, los mayores valores de Rendt Altp y Cob fueron en LL y lo contrario en NR. Sin embargo aquí se encontró la mayor proporción de hojas. Para la interacción especie\*frecuencia, las hojas se redujeron con la edad. La producción MS, Altp y la Cob se incrementaron al aumentar la edad; Sobresaliendo; IN a 42 días. Para la interacción época\*especie, el mejor comportamiento fue en LL con rendimientos similares en las especies. En NR, la producción de MS y Altp decreció notablemente pero la proporción de hoja se incrementó en esta época, siendo MU quien mejor se comportó. Durante SE, se incrementó ligeramente la MS y Altp, siendo IN el de mayor respuesta a dicho incremento. Para la interacción época\*frecuencia, el comportamiento fue mejor en LL, en comparación a SE con los resultados más bajos y la producción de forraje se incrementó a medida que la edad avanzó.

## LITERATURA CITADA

- Argel, P. J., J. W. Miles, J. D. Guiot, C. E. Lascano. 2005. Cultivar Mulato (*Brachiaria híbrido* CIAT 36061) Gramínea de alta producción y calidad forrajera para los trópicos. Cali, Colombia: Centro internacional de Agricultura Tropical. 28p.
- Bolaños, A. E. D., Huyghe C., Ecalte C., Hacquet J. y Julier B. 2002. Effect of cultivar and environment on seed yield in alfalfa. *Crop Science* 42: 45-50.
- Cruz, L. P. I.; Hernández G. A.; Enríquez Q. J. F.; Mendoza P. S. I.; Quero C.A. R.; Joaquín T.B.M. 2011. Desempeño agronómico de genotipos de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt en el trópico húmedo de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 34(2): 123-131 Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México.





- De Alba, J. 1976. Panorama actual de la ganadería mexicana. Memoria del Seminario Internacional de Ganadería Tropical. FIRA, SAG. Banco de México. Acapulco, Guerrero, México. P.p. 41-62.
- Enríquez, Q. J. F. 1997. Evaluación agronómica de 13 cultivares de *Panicum maximum* en suelos ácidos del sur de Veracruz. XXXIII Reunión de Investigación Pecuaria en México. Veracruz, Ver. p.13.
- Enríquez, Q. J. F., F. Meléndez N.; E. D. Bolaños A. 1999. Tecnología para la producción y el manejo de los forrajes tropicales en México. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Papaloapan. Libro Técnico Núm. 7. Veracruz, México. 262 p.
- Faría, M. J. 2006. Manejo de pastos forrajeros en la ganadería de doble propósito. X Seminario de Pastos y Forrajes. Posgrado de Producción Animal. Facultad de Agronomía. Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela. pp.9.
- García, E. 1998. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Tercera Edición. UNAM. México, D.F. 246 pp.
- Gómez, M. M. J. E. Velásquez, J. W. Miles y F. T. Rayo. 2000. Adaptación de *Brachiaria* en el Piedemonte Amazónico Colombiano. Nota de Investigación. Pasturas Tropicales, Vol. 22, No. 1.
- Hernández, X. E. 1987. Los pastizales mexicanos In: Xolocotzia Tomo II. Universidad Autónoma Chapingo. México. P.p. 445-470.
- Hidalgo, N. J.G. 2004. Producción de materia seca y contenido de proteína cruda y fibra neutro detergente del pasto *Brachiaria híbrido* cv Mulato. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. El Zamorano, Honduras. 14 p.
- Homen, M., Entrena I. y Arriojas L. 2010. Biomasa y valor nutritivo de tres gramíneas forrajeras en diferentes períodos del año en la zona de bosque húmedo tropical, Barlovento, estado Miranda. Zootecnia Tropical, vol.28, no.1, p.115-127. ISSN 0798-7269.
- López, G. I. 1999. Producción, manejo y conservación de forrajes tropicales. En: Tecnología INIFAP para el nuevo milenio. Memorias del día del Ganadero. Campo Experimental "La Posta". Memoria Técnica Núm. 5. INIFAP-CIRGOC. Veracruz, México. p.p 1-25.
- Mancilla, L. E. 2006. Manejo del pastoreo en la agricultura forrajera. X Seminario de Pastos y Forrajes. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales. Ezequiel Zamora, UNELLEZ, Guanare. P.p. 24.
- Martínez, M.D., G. A. Hernández., Q. J. F. Enríquez, P. J. Pérez, M. S. S. González y H. J. G. Herrera. 2008. Producción de forraje y componentes del rendimiento del pasto *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 con diferente manejo de la defoliación. Técnica Pecuaria en México; 46(4):427-438.
- Mata, P. D. 1989. Rendimiento y composición química de seis gramíneas introducidas en una sábana del sureste del estado Guarico. Zootecnia Tropical 7(1):69-80.
- Méndez, C. J. L. 1999. Producción de materia seca de ocho gramíneas para pastoreo a diferentes edades y épocas de corte en Hueytamalco, Puebla. Tesis Profesional. Escuela de Ingeniería Agro hidráulica. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla. pp. 62
- Moore, P. 1981. The varied way plants tap the sun. New Scientist. 12:394-397.
- Ortega, S. J. A. y E. A. González V. 1992. Estrategias de producción de carne de bovino en pastoreo. II Simposium sobre Ganadería Tropical. Producción de becerros para engorda. Publicación Especial No. 2. SARH-INIFAP-CIPEP. A.C.-C.E. "Las Margaritas", Hueytamalco, Puebla.
- Peralta, M. A., P. S. Carrillo, H. Hernández H. y N. Porfirio P. 2007. Características morfológicas y productivas, en etapa de producción, para ocho gramíneas forrajeras tropicales. APPA-ALPA. Cusco, Perú. 3p.
- Ramírez, R. O, G. A. Hernández, S. S. Carneiro, P. J. Pérez, Q. J. F. Enríquez, C. A. R. Quero, H. J. G. Herrera y N. A. Cervantes. 2009. Acumulación de forraje, crecimiento y



- características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum máximum Jacq.*) cosechado a diferentes intervalos de corte. *Técnica Pecuaria en México*; 47 (2):203-213.
- Ramos, S. A. 1985. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo de forrajes en zonas tropicales y subtropicales. SARH-INIA. México. 30p.
- Rojas, H. S. J Olivares P., R Jiménez G., I Gutiérrez S. y F Avilés N. 2011. Producción de materia seca y componentes morfológicos de cuatro cultivares de *Brachiaria* en el trópico. *Avances en Investigación Agropecuaria* [en línea] 2011: [fecha de consulta: 4 de octubre de 2011] ISSN 0188-7890
- Sanabria, V. D. M., J. G. Fariñas, U. Manrique, Z. Flores y. Reina 1995. Adaptabilidad de Gramíneas y Leguminosas forrajeras en un paisaje de Mesa del estado Bolívar, Venezuela. *Zootecnia Tropical*. 13(1):63-76
- Sosa, R. E., T. E. Cabrera, R. D. Pérez y R. L. Ortega. 2008. Producción estacional de materia seca de gramíneas y leguminosas forrajeras con cortes en el estado de Quintana Roo. *Técnica Pecuaria en México*. 46(4):413-426
- Vergara, L. J. y Araujo F.O. 2006. Producción, composición química y degradabilidad ruminal *in situ* de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick en el bosque seco tropical. *Revista Científica* [en línea] 2006, XVI (Junio): [fecha de consulta: 4 de abril de 2014] Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=95911641005>> ISSN 0798-2259.



## POTENCIAL PRODUCTIVO DE NUEVE HÍBRIDOS DE MAÍZ PARA FORRAJE EN CONDICIONES DE TEMPORAL EN LA CHONTALPA TABASCO

Barrón F. S.\*<sup>1</sup>, Barrón A. M.<sup>1</sup>, Palafox C. A.<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Campo Exp. Huimanguillo, INIFAP, <sup>2</sup>Campo Exp. Cotaxtla, INIFAP

T-103

### RESUMEN

Durante el otoño-invierno 2013/14 se estableció una parcela de maíz con los híbridos 30S49, DK-390, DK-395, 30F94, HE1B, HE3B, DK-7500, RW-5001 y H-564C en un área de 0.5 hectáreas en la Ranchería Caobanal 2ª Sección del municipio de Huimanguillo; la siembra se realizó el 21 de enero en forma manual en hileras separadas a 80 cm y a una distancia entre plantas de 15 cm, depositando 2 semillas por golpe; a los 21 días después de la siembra se realizó un aclareo a una planta por mata y establecer 82,500 plantas por hectárea. La primera fertilización se efectuó a 10 días después de la siembra (dds), con la fórmula 80-60-30 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O respectivamente incorporado al suelo en forma manual, a los 30 dds se complementó con 80 kg de N. Las variables de respuesta fueron días a floración masculina y femenina, altura de planta y de mazorca, rendimiento de materia verde (MV) y seca (MS), porcentajes de materia seca (PMS), proteína cruda (PC), fibra insoluble en detergente neutro (FDN), fibra insoluble en detergente ácido (FDA); para su análisis estadístico se utilizó el diseño completamente al azar y la prueba de medias de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ). De los resultados y su análisis se encontró que por su rendimiento de materia verde los híbridos RW-5001, HE3B y DK-7500 con 52,750, 47,500 y 47,250 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente fueron los de mayor potencial productivo; el mayor porcentaje de proteína cruda lo obtuvo el híbrido HE1B con 9.7 de PC, aunque no supera estadísticamente a los híbridos 30F94, HE3B, DK-7500, RW-5001 y H-564C, cuyos porcentajes oscilaron entre 9.1 y 8.8 % y que el mejor comportamiento de la digestibilidad in vitro de la materia seca estimada a través de la FDA corresponde al híbrido HE1B con 65.9 %.

**Palabras clave:** Maíz, forraje, potencial productivo

### INTRODUCCION

El maíz es usado en más formas distintas que cualquier otro cereal; las principales es como alimento humano, ya sea doméstico o industrial; alimento para animales y fermentado para varios productos industriales. En el año agrícola 2010 en Tabasco se sembraron 83,712 hectáreas de maíz, de las que se cosecharon 66,821 hectáreas con un rendimiento medio de 1,563 kg ha<sup>-1</sup>, (INEGI, 2011), este nivel productivo es económicamente no rentable, por lo que los productores maiceros han buscado otras opciones productivas que les sean redituables como lo son la producción de maíz para ensilar cuya media de producción es alrededor de 20 t ha<sup>-1</sup>, rendimiento considerado bajo, ya que de acuerdo con las condiciones edáficas y climáticas existentes se puede producir más de 50 t ha<sup>-1</sup>.

El uso del maíz ensilado se convierte en una reserva alimenticia para épocas de sequía o de limitada producción de forraje lo que contribuye a equilibrar el contenido de nutrientes de la dieta, y la variación en la producción animal, sin embargo la utilización de ensilajes debe ser rentable para ser incluido en el sistema de alimentación de las fincas (Cowan, 2001).

La calidad del ensilado de maíz depende del valor nutritivo de la materia prima usada y de los productos presentes en el proceso de fermentación como los tipos de ácidos y la cantidad de amoníaco, por ello el seleccionar genotipos con potencial forrajero implica conocer sus variables de calidad, de tal forma que al finalizar el proceso, el pH de un buen ensilaje es tan bajo que



impide todo tipo de vida y es así como el alimento podrá ser preservado mientras no se altere el ambiente hermético (Mannetje, 2001)

Producir más de 50 t ha<sup>-1</sup> de materia verde y de buena calidad en condiciones tropicales es posible, Barrón *et al.* (2012) al validar híbridos de maíz en Tabasco encontró que la producción de materia verde del híbrido normal DK-357 fue de 52.26 t ha<sup>-1</sup> y del híbrido de calidad proteínica H-564C de 56.05 t ha<sup>-1</sup>, rendimientos que estadísticamente fueron iguales.

Por otra parte, Enríquez *et al.* (2012), al evaluar y seleccionar material genético de maíz, con alto potencial de rendimiento de forraje para ensilaje, rastrojo y por su valor nutritivo en la región centro del estado de Veracruz determinó la existencia de diferencias ( $p \leq 0.05$ ) entre genotipos en la producción de materia verde y seca, sobresaliendo los genotipos H-H-562 X PW91 con 64,218 kg MV ha<sup>-1</sup> y H-H-562 X CML-269CR con 16,124 kg MS ha<sup>-1</sup> los que superaron a algunos de los testigos evaluados, así también concluyeron que el genotipo H-H-562XCML-269CR fue el más destacado por su producción de biomasa verde, seca y digestibilidad.

Al seleccionar un híbrido de maíz para forraje se deben considerar sus características agronómicas tales como los días a cosecha y el porcentaje de mazorca, así lo concluye Núñez *et al.* (2003), que al observar las características de los híbridos de maíz para forraje con alto valor energético con menos días a cosecha y mayor porcentaje de mazorca tuvieron mayor digestibilidad *in vitro* y valor energético, además determinaron que para obtener forraje con alto valor energético se requiere utilizar híbridos de maíz que tengan al menos 54 % de mazorca y menos de 50 % de FDN.

### Objetivo

Evaluar genotipos de maíz tropical con potencial para la producción de forraje en condiciones de temporal en Tabasco.

### MATERIALES Y METODOS

Durante el otoño-invierno 2013/14 se estableció una parcela de maíz con los híbridos 30S49, DK-390, DK-395, 30F94, HE1B, HE3B, DK-7500, RW-5001 y H-564C en un área de 0.5 hectáreas en la Ranchería Caobanal 2<sup>a</sup> Sección del municipio de Huimanguillo; el suelo donde se sembró tiene textura franca, pH de 6.89, 1.04 % de materia orgánica 0.7 % de nitrógeno total y contenido de fósforo y potasio de 34.43 mg kg<sup>-1</sup> y 28 ppm respectivamente.

La siembra se realizó el 21 de enero en forma manual en hileras separadas a 80 cm y a una distancia entre plantas de 15 cm, depositando 2 semillas por golpe; a los 21 días después de la siembra se realizó un aclareo a una planta por mata y establecer 82,500 plantas por hectárea. La primera fertilización se efectuó a 10 días después de la siembra (dds), con la fórmula 80-60-30 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, respectivamente, incorporado al suelo en forma manual, a los 30 dds se complementó con 80 kg de N.

Las plagas presentes fueron diabrótica, gusano trozador y gusano cogollero y se controlaron con aplicaciones de los insecticidas Cipermetrina a los 19 días y Spinetoram 31 y 41 dds. El control de maleza consistió en la aplicación pre emergente de Atrazina, un cultivo mecánico 30 dds, así como de un control manual tres días después del aporque para eliminar la maleza existente en la línea del maíz.

Las variables de respuesta fueron días a floración masculina y femenina, altura de planta y de mazorca, rendimiento de materia verde (MV) y seca (MS), porcentajes de materia seca (PMS), proteína cruda (PC), fibra insoluble en detergente neutro (FDN), fibra insoluble en detergente

ácido (FDA). Para cuantificar las variables se realizó un muestreo al azar con 5 repeticiones por híbrido en parcelas de 4 m<sup>2</sup> y para su análisis estadístico se utilizó el diseño completamente al azar y la prueba de medias de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ). En el ciclo se cuantificó la precipitación diaria y los días con lluvia agrupándose en períodos decenales.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cantidad de lluvia de la siembra al picado fue de 84 mm en 13 eventos, cantidad que de acuerdo a los requerimientos está muy por debajo de ellos, se estima que para el desarrollo normal se necesitan 600 mm. Sin embargo, el rendimiento medio en la producción de materia verde fue de 45,564 kg ha<sup>-1</sup>, cantidad que evidencia el aprovechamiento de la humedad existente en el perfil del suelo antes de la siembra, lo que evitó reducciones significativas en el rendimiento, pues durante el mes de diciembre y hasta el 20 de enero la precipitación acumulada fue de 582 mm.

En cuanto a la distribución de la lluvia y de acuerdo a la figura 1, se afirma que previo a la floración se acumularon 27.5 mm, lo que benefició esta etapa y el llenado de grano, con ello su impacto negativo en la producción se redujo, lográndose al final un incremento de más del 100 % respecto al nivel productivo de la región.

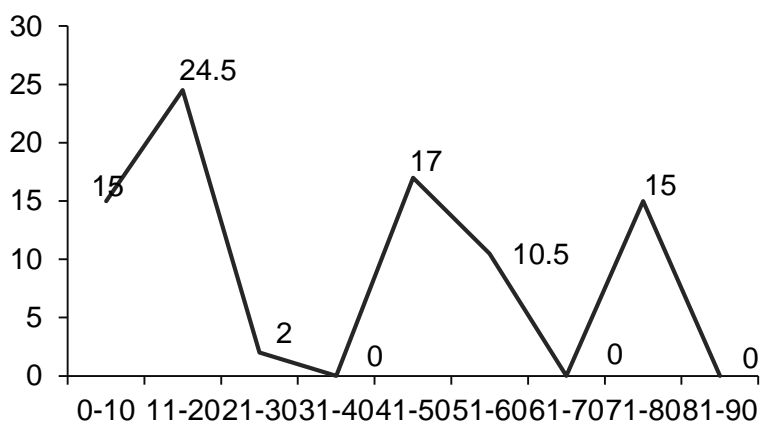


Figura 1: Precipitación en Períodos Decenales. Ciclo Otoño-Invierno 2013/14 en Suelos Fluvisoles de Huimanguillo, Tabasco. INIFAP.CIRGOC. Campo Experimental Huimanguillo.

En el Cuadro 1 de las cinco variables de respuesta señaladas sólo a la altura de planta y de mazorca y al porcentaje de materia seca se les realizó análisis de varianza y prueba de medias; en tanto que los días a floración masculina y femenina solo se cuantificaron a nivel de media, misma que indica que ambos momentos se presentaron en forma simultánea, sólo en el híbrido H-564C hubo un desfase de un día, que no implica mala sincronía en la floración.

De los híbridos evaluados el 30F94 con 60 días a flor masculina y femenina fue el más precoz y los genotipos 30S49 y H-546C con 63 días los más tardíos; la diferencia de dos días no permite clasificarlos en grupos diferentes, por lo que todos ellos se agrupan como de ciclo intermedio; al comparar el momento en la floración entre ciclos de siembra se puede afirmar que en este caso la floración se retrasa en promedio 10 días en otoño-invierno respecto a primavera-verano debido a temperaturas medias más bajas y días más cortos.



Cuadro 1. Variables de respuesta en genotipos evaluados para producción de forraje en Caobanal 2ª Sección, Huimanguillo, Tabasco. Otoño-Invierno 2013/14. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Huimanguillo.

Genotipo	Días a floración		Altura (cm)		% Materia seca
	Masculina	Femenina	Planta	Mazorca	
30S49	63	63	241 <sup>g</sup>	102 <sup>f</sup>	23.76 <sup>bc</sup>
DK-390	61	61	292 <sup>a</sup>	149 <sup>a</sup>	22.86 <sup>cd</sup>
DK-395	61	61	259 <sup>def</sup>	114 <sup>e</sup>	26.24 <sup>a</sup>
30F94	60	60	265 <sup>cd</sup>	131 <sup>b</sup>	20.27 <sup>f</sup>
HE1B	61	61	271 <sup>bc</sup>	122 <sup>cd</sup>	21.92 <sup>de</sup>
HE3B	61	61	257 <sup>ef</sup>	121 <sup>cde</sup>	24.66 <sup>b</sup>
DK-7500	62	62	275 <sup>b</sup>	126 <sup>bc</sup>	22.05 <sup>de</sup>
RW-5001	62	62	262 <sup>de</sup>	131 <sup>b</sup>	21.48 <sup>def</sup>
H-564C	63	64	254 <sup>f</sup>	116 <sup>de</sup>	21.22 <sup>ef</sup>
PROMEDIO	61.6	61.7	264	124	22.70

El análisis de varianza en altura de planta, de mazorca y porcentaje de MS detectó diferencias altamente significativas ( $P > F = 0.000$ ), con coeficientes de variación menores al 5.36 %, lo cual implica que al menos el comportamiento agronómico entre dos tratamientos es diferente y que dichas diferencias no son debidas a errores experimentales. Así, en altura de planta y de mazorca, el híbrido DK-390 es el de mayor porte y diferente al resto de materiales según la prueba de medias de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), y el de menor porte 30S49 con 241 cm y 102 cm en altura de planta y mazorca respectivamente y estadísticamente difiere con el resto.

El porcentaje de materia seca promedio de la parcela es de 22.7 %, valor que indica que la cosecha o picado se realizó con un contenido de humedad cercano a lo recomendado que fluctúa entre un 25 a 30 %, lo cual si sucedió con los híbridos DK-395 y HE3B que se picaron a 26.24 y 24.66 % de humedad respectivamente, sin embargo no significa que la calidad se haya visto demeritada en el resto de genotipos, sino simplemente que la cantidad de agua en la planta para obtener un ensilado eficiente estuvo 2.3 % por arriba de lo recomendado.

Por otra parte, en el Cuadro 2 es posible observar que en el rendimiento de MS y FDN no se encontraron diferencias estadísticas a los niveles de  $\alpha = 0.05$  y  $\alpha = 0.01$  según el análisis de varianza, para el caso de rendimiento de MV, PC y FDA si se encontraron diferencias estadísticas a los niveles señalados.

Considerando el rendimiento como una de las variables más importantes para la toma de decisiones en cuanto a la demanda de un genotipo, los híbridos RW-5001, HE3B y DK-7500 con 52,750, 47,500 y 47,250 kg ha<sup>-1</sup> de materia verde, respectivamente, son los que tienen la mayor ventaja pues compiten con el H-564C, híbrido a superar en este tipo de evaluaciones en Tabasco; el DK-395 con 39,950 kg ha<sup>-1</sup>, es el de menor posibilidad de demanda para el ciclo otoño-invierno, sin embargo, todos ellos superan la media de producción regional que asciende a 20 ton ha<sup>-1</sup>, aún y cuando las condiciones de humedad no fueron las convenientes.



Cuadro 2. Variables de respuesta en genotipos evaluados para producción de forraje en Caobanal 2ª Sección, Huimanguillo, Tabasco. Otoño-Invierno 2013/14. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Huimanguillo.

Genotipo	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )		Porcentaje		
	MV	MS	PC	FDN	FDA
30S49	42975 <sup>bc</sup>	10201	7.5 <sup>c</sup>	64.2	30.3 <sup>cde</sup>
DK-390	45600 <sup>b</sup>	10104	7.7 <sup>c</sup>	64.8	30.1 <sup>de</sup>
DK-395	39950 <sup>c</sup>	10757	8.0 <sup>bc</sup>	63.6	29.9 <sup>e</sup>
30F94	45700 <sup>b</sup>	9335	8.8 <sup>ab</sup>	65.4	32.3 <sup>bcd</sup>
HE1B	43200 <sup>bc</sup>	9316	9.7 <sup>a</sup>	64.2	29.5 <sup>e</sup>
HE3B	47500 <sup>ab</sup>	11623	8.9 <sup>ab</sup>	63.8	32.6 <sup>bc</sup>
DK-7500	47250 <sup>ab</sup>	10296	8.9 <sup>ab</sup>	64.3	34.6 <sup>ab</sup>
RW-5001	52750 <sup>a</sup>	11153	9.1 <sup>a</sup>	66.3	34.9 <sup>a</sup>
H-564C	45150 <sup>bc</sup>	9527	8.8 <sup>ab</sup>	64.4	34.6 <sup>ab</sup>
PROMEDIO	45564	10257	8.6	64.5	32.1

Donde MV= materia verde, MS= materia seca, PC= proteína cruda, FDN= fibra insoluble en detergente neutro y FDA= fibra insoluble en detergente ácido.

La producción de materia seca promedio alcanzó 10,257 kg ha<sup>-1</sup>, y la diferencia entre el valor máximo y el mínimo es de 2,307 kg ha<sup>-1</sup>, esto nos muestra un grupo de genotipos con potencial menor al híbrido H-H-562 X CML-269CR cuyo rendimiento fue de 16,124 kg ha<sup>-1</sup>, reportado por Enríquez *et al.* (2012), lo cual podría ser posible de igualar y de superar en condiciones de humedad idóneas.

La variable de calidad nutritiva como el porcentaje de proteína cruda, evidencia valores normales en el maíz para forraje, así el híbrido HE1B con 9.7 de PC obtiene el mejor índice, aunque no supera estadísticamente a los híbridos 30F94, HE3B, DK-7500, RW-5001 y H-564C, que forman parte del mismo grupo según la prueba de medias; es importante señalar que de éstos los hay de grano blanco, amarillo y QPM, lo que demuestra que el color de grano no necesariamente implica mayor contenido de proteína.

En relación a la variable FDN los valores obtenidos muestran digestibilidades de medias a bajas, pues la alta digestibilidad está relacionada con valores de FDN menores al 50 %, también los valores obtenidos pueden ser resultado de la mayor proporción de tallos y hojas que grano, lo cual es posible debido al stress de humedad presente en el ciclo; materiales como H-664C y DK-357 han mostrado valores similares de FDN en ciclos homólogos anteriores aunque se cosecharon con porcentajes de humedad adecuados.

Otra variable de calidad es la FDA y los genotipos de mejor comportamiento fueron HE1B, DK-395, DK-390 y 30S49 pues al realizar la estimación del porcentaje de la digestibilidad in vitro de la materia seca el HE1B tiene un valor de 65.9 %, cercano al 70 % considerado un índice que implica buena calidad en el forraje según Di Marco (2011).

## CONCLUSIONES

Por su rendimiento de materia verde los híbridos RW-5001, HE3B y DK-7500 con 52,750, 47,500 y 47,250 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, fueron los de mayor potencial productivo.

El mayor porcentaje de proteína cruda lo obtuvo el híbrido HE1B con 9.7 de PC, aunque no supera estadísticamente a los híbridos 30F94, HE3B, DK-7500, RW-5001 y H-564C, cuyos porcentajes oscilaron entre 9.1 y 8.8 %.



El mejor comportamiento de la digestibilidad in vitro de la materia seca estimada a través de la FDA corresponde al híbrido HE1B con 65.9 %.

#### LITERATURA CITADA

- Barrón, F. S., Barrón, A. M., Granados, Z. L., y Bolaños, A. E. D. 2012. Producción de materia verde y seca en maíz, sorgo y zacate de corte para ensilaje en la región d de la Chontalpa, Tabasco. En: memorias de I Simposium Internacional en Producción Agroalimentaria Tropical y XXIV Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Tabasco 2012. Villahermosa, Tabasco. Pp 275-280.
- Cowan. T. 2001. Uso de forrajes ensilados en sistemas de producción animal en gran escala. En: Uso del Ensilaje en el Trópico Privilegiando Opciones para Pequeños Campesinos. Memorias de la Conferencia Electrónica de la FAO sobre el Ensilaje en los Trópicos. Roma, Italia.
- Di Marco, O. 2011. Estimación de Calidad de los Forrajes. Facultad de Ciencias Agrarias. Unidad Integrada da Balcarce INTA Balcarce. Producir XXI, As., 20(240):24-30.
- Enríquez, Q. J.F., Montero, L. M., Cab, J. F.E., Sierra, M.M., P. C. A., Martínez, M. D., Tovar, G. R. y Romero, F. M. Z. 2012. Producción de forraje, rastrojo y composición química de 23 genotipos de maíz en la región central de Veracruz. En: memorias de I Simposium Internacional en Producción Agroalimentaria Tropical y XXIV Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Tabasco 2012. Villahermosa, Tabasco. Pp 287-293
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2011. Anuario Estadístico de Tabasco. Sección Agricultura. México, D. F.
- Mannetje, L. 2001. Introducción a la conferencia sobre el uso del ensilaje en el trópico. En: Uso del Ensilaje en el Trópico Privilegiando Opciones para Pequeños Campesinos. Memorias de la Conferencia Electrónica de la FAO sobre el Ensilaje en los Trópicos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
- Núñez, H. G., Contreras, G. E. F. y Faz, C. R. 2003. Características Agronómicas y Químicas Importantes en Híbridos de Maíz para Forraje con Alto Valor Energético. Rev Téc Pecu Méx; 41(1):37-48.





## FRECUENCIA DE ANTICUERPOS A NEOSPOROSIS Y SU EFECTO EN LA FERTILIDAD DE SEMENTALES BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE EN PASTOREO EN CLIMA SUBTRÓPICAL HÚMEDO

Soto J.R.<sup>1\*</sup>, Rosete F.J.V.<sup>2</sup>, Olazarán J.S.<sup>2</sup>, Fragoso I.A.<sup>2</sup>, Banda R.V.M.<sup>3</sup>, Socci E.G.A.<sup>3</sup>, Ríos  
U.A.<sup>4</sup>, Ávila B.R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Benemerita Universidad Autónoma de Puebla, km 7.5 carretera Cañada Morelos-El Salado,  
Tecamachalco Puebla. C.P. 75470.

<sup>2</sup>Sitio Experimental Las Margaritas CIRGOC-INIFAP, km. 9.5 carretera Hueytamalco-  
Tenampulco, Hueytamalco Puebla, C.P. 73588.

<sup>3</sup>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Microbiología Animal-INIFAP, km 15.5  
carretera México-Toluca, Col. Palo Alto, Cuajimalpa de Morelos, México D.F. C.P. 05110.

<sup>4</sup>Campo Experimental La Posta CIRGOC INIFAP, km 15 carr. Veracruz-Córdoba, Medellín de  
Bravo Veracruz, C.P. 94277.

Presentación: Cartel.

Área: Ganadería.

rosete.jorge@inifap.gob.mx

T-116

### RESUMEN.

El objetivo del trabajo fue conocer la presencia y frecuencia de anticuerpos en suero sanguíneo a *Neospora caninum* y su efecto sobre la fertilidad en sementales bovinos que se mantienen en monta natural con vacas en empadre continuo. El trabajo se realizó en 11 ranchos ganaderos productores de becerros para la engorda, ubicados en el subtrópico húmedo de Puebla al oriente del estado. La fertilidad de los sementales se evaluó macroscópica y microscópicamente obteniendo el semen por electroeyaculación considerando su aspecto, volumen, motilidad espermática masal, motilidad espermática individual, concentración espermática y porcentaje de vivos y normales; además, se les tomó una muestra de suero sanguíneo para el diagnóstico de anticuerpos contra *Neospora caninum* mediante al prueba de ELISA; de igual manera, se tomaron muestras de suero sanguíneo al 20% de las vacas considerando hatos de aproximadamente 100 vientres y se hizo el mismo diagnóstico serológico. En los toros se hizo un análisis con el paquete SAS en un diseño aleatorio y modelo con el efecto del estado reproductivo de los sementales (infértiles y fértiles), la variable de respuesta fue la frecuencia (%) de anticuerpos a la neosporosis. En las vacas solo se obtuvo la frecuencia de anticuerpos a la neosporosis. No hubo efecto ( $P>0.05$ ) de la *Neospora caninum* en la fertilidad de los sementales, siendo la frecuencia (%) para los toros infértiles (3) de  $00.00\pm 23.00^a$  y para los fértiles (34) de  $20.58\pm 06.83^a$ . La frecuencia de anticuerpos en las vacas fue: rancho 1, 51.66; rancho 2, 18.28; rancho 3, 36.66; rancho 4, 25.99 rancho 5, 42.91; rancho 6, 40.00; rancho 7; 11.43; rancho 8, 34.53; rancho 9, 36.76; rancho 10, 40.61; rancho 11, 8.33. Hubo más toros fértiles y la fertilidad no se afectó por la neosporosis, pero indicó que está presente en los hatos, lo que se corroboró con las frecuencias positivas de anticuerpos en las vacas, siendo esta una metodología útil para un diagnóstico inicial.

**Palabras clave:** sementales bovinos, fertilidad, anticuerpos, Neosporosis.

### INTRODUCCIÓN

La Neosporosis fue descrita por Bjerkas y colaboradores en 1984, como un síndrome neuromuscular en los perros causado por la *Neospora caninum*. Posteriormente, fue identificada en bovinos como causante de abortos reconociéndose que los hospedadores definitivos son el perro (*Canis familiaris*) y el coyote (*Canis latrans*) y los intermediarios los bovinos equinos,



caprinos, ovinos, ciervos, búfalos y además, el perro (Moore *et al.*, 2005; Dechicha *et al.*, 2010). De los hospedadores intermediarios el que nos interesa atender en este escrito son los bovinos.

Los bovinos adquieren la enfermedad al ingerir alimentos y agua contaminados con heces de los perros y los coyotes, que contienen los ooquistes de la *Neospora caninum*, conocida como infección exógena o transmisión horizontal, debido a que ocurre entre el hospedador definitivo y el intermediario. Los ooquistes después de ser ingeridos por bovinos son liberados en el aparato digestivo como esporozoítos, pasan a las vías sanguínea y linfática y de aquí a todos los tejidos siendo los tejidos de preferencia para los quistes, el sistema nervioso central y el tejido muscular (Moore *et al.*, 2005; Dubey, 2003). Un bovino después de ser infectado contiene en latencia en sus tejidos a los quistes de *Neospora caninum*, convirtiéndose en un animal persistentemente infectado (Moore *et al.*, 2005).

En las vacas, la infección transplacentaria conocida como transmisión vertical, es el mecanismo eficiente de transmisión de la enfermedad al feto provocando el aborto, pues el sistema inmune tiene un período de susceptibilidad por la preñez. Sin embargo, las vacas después de un aborto quedan crónicamente infectadas y el sistema inmune protege del aborto ante una segunda exposición al protozoario. Además, aunque la vía principal de transmisión entre los bovinos es la transplacentaria existe evidencia de la transmisión posnatal (Moore *et al.*, 2005; Dubey, 2003).

Como se ha dicho, esta enfermedad es causa frecuente de abortos por lo tanto es importante su detección a tiempo y consideración para el manejo sanitario de las unidades ganaderas establecidas en climas tropicales para desarrollar medidas de control y prevención; sin embargo, la identificación en los sementales y su efecto en la fertilidad, al menos en la literatura consultada, no se menciona (Dyer *et al.*, 2000; Dubey, 2003; Morales *et al.*, 1997; Morales *et al.*, 2001a; Morales *et al.*, 2001b; García-Vázquez *et al.*, 2002; García-Vázquez *et al.*, 2009; Dechicha *et al.*, 2010), por lo que resultó interesante considerarlo en este estudio, para su detección en sementales y colaborar en medidas de control y prevención.

### Objetivos

Conocer la presencia y frecuencia de la Neosporosis y su efecto en la fertilidad en sementales bovinos mantenidos en monta natural con vacas en empadre continuo.

Conocer la frecuencia de la Neosporosis en las vacas en empadre continuo.

### MATERIALES Y MÉTODOS

**Lugar de realización.** El trabajo se realizó en 11 ranchos ubicados en el subtrópico húmedo de Puebla, como muestra representativa de los bovinos de la región, en los municipios de Hueytamalco, Ayotoxco de Guerrero, San José Acateno, Xochitlán de Vicente Suarez y Nauzontla. Cada rancho participante se ubicó tomando las coordenadas geográficas para su localización espacial.

**Evaluación reproductiva de sementales.** A los sementales de cada rancho se les evaluó macroscópica y microscópicamente el semen en sus características de volumen, aspecto, motilidad en masa, motilidad progresiva, concentración espermática y porcentaje de vivos y normales; el semen fue obtenido por electroeyaculación.

**Análisis de muestras de suero sanguíneo.** A los toros y al 20% de las vacas de cada rancho se les tomó una muestra de sangre, la que fue conservada en frío hasta ser centrifugada a 2500 rpm en 10 minutos para separar el suero; después fue contenida en viales de 6 ml y conservada en congelación a -20° C hasta el momento de su análisis serológico. Los sueros fueron analizados



por la prueba de ELISA para el diagnóstico de anticuerpos contra *Neospora caninum* en el Centro nacional de investigación disciplinaria en microbiología animal del INIFAP.

**Grupos experimentales.** Se hicieron dos grupos de sementales: I) sementales fértiles y II) sementales infértiles, según la evaluación de sus características seminales. De esta forma se agruparon las frecuencias (%) de seropositivos para analizar su efecto sobre la fertilidad. En las vacas solo se obtuvieron las frecuencias a anticuerpos a *Neospora caninum*.

**Análisis estadístico.** Con la información de los toros, se hizo un análisis estadístico utilizando el paquete SAS, en un diseño aleatorio y un modelo que incluyó el efecto del estado reproductivo del semental (fértil e infértil). La presencia y frecuencia a *Neospora caninum* se midió en porcentaje en el conjunto de los toros de todos los ranchos. Las diferencias se probaron a una probabilidad menor a 0.05 ( $P < 0.05$ ). En las vacas solo se obtuvieron las frecuencias a anticuerpos a *Neospora caninum*.

## RESULTADOS

En el cuadro 1, se muestran los toros infértiles y fértiles, en función a la evaluación microscópica del eyaculado.

Cuadro 1. Estado reproductivo de sementales utilizados para monta natural en ranchos del subtrópico húmedo de Puebla.

Núm. Toros	Calificación (1-5)*	Descripción de calificación	Concentración Espermática ( $n \times 10^6$ ) -1 ml	Observaciones
37				
3	1	no apto	0-99	no se recomendaron como sementales
1	2	regular	100-299	Recomendados pero reduciendo el número de vacas a no más de 20
1	3	bueno	300-599	apto para semental
1	4	muy bueno	600-899	apto para semental
31	5	excelente	900-a más	apto para semental

La positividad a neosporosis no afectó ( $P > 0.05$ ) la fertilidad de los sementales. La frecuencia positiva de toros infértiles fue  $00.00 \pm 23.00\%$  y la de los toros fértiles fue de  $20.58 \pm 06.83$  (cuadro 2); no habiendo diferencia entre los dos grupos de sementales.

Cuadro 2. Frecuencia de anticuerpos a neosporosis en sementales por estado reproductivo de ranchos ubicados en el subtrópico húmedo del estado de Puebla.

Estado reproductivo	N	Positivos %
Infértiles	3	$00.00 \pm 23.00^a$
Fértiles	34	$20.58 \pm 06.83^a$

\*medias con misma literal no son diferentes ( $P > 0.05$ )

De igual manera en el cuadro 3 se muestra la ubicación de los ranchos por sus coordenadas y las frecuencias positivas a neosporosis en las vacas.

Cuadro 3. Georreferenciación de los ranchos estudiados y frecuencias positivas a *Neospora caninum* en las vacas

Rancho	Municipio	Coordenadas	%
1	San José Acateno	N: 20° 04' 12.84'' O: 97° 16' 44.04''	51.66
2	Nauzontla	N: 19° 57' 23.40'' O: 97° 16' 45.84''	8.28
3	Ayotoxco de Guerrero	N: 20° 05' 26.88'' O: 97° 23' 16.32''	36.66
4	Hueytamalco	N: 20° 04' 23.52'' O: 97° 19' 52.38''	25.99
5	Hueytamalco	N: 20° 03' 12.60'' O: 97° 20' 41.10''	42.91
6	San José Acateno	N: 20° 04' 28.26'' O: 97° 17' 10.20''	40.00
7	Hueytamalco	N: 20° 00' 07.86'' O: 97° 18' 19.08''	11.43
8	Hueytamalco	N: 20° 04' 34.68'' O: 97° 21' 12.12''	34.53
9	San José Acateno	N: 20° 08' 52.14'' O: 97° 13' 27.30''	36.76
10	Xochitlán de Vicente Suárez	N: 19° 58' 43.20'' O: 97° 38' 11.10''	40.61
11	Hueytamalco	N: 20° 02' 25.02'' O: 97° 21' 11.28''	8.33



Figura 1. Ubicación espacial en la región oriental del estado de Puebla, con los puntos de los ranchos donde se realizó el estudio.

### DISCUSIÓN.

La frecuencia de anticuerpos a *Neospora caninum* en vacas (8.28% a 51.66%) y en sementales fértiles (20.58%), indica que la enfermedad está presente en los ranchos y que no afecta la fertilidad de los sementales; pero como la adquieren por consumir alimentos contaminados



como el forraje, con heces de perros y coyotes que contiene los ooquistes (Moore *et al.*, 2005; Dubey, 2003), es necesario establecer medidas de manejo sanitario para su control, ya que no se ha podido elaborar una vacuna capaz de prevenir esta enfermedad (Moore *et al.*, 2005).

Por otro lado, el diagnóstico serológico en los sementales es un indicador inicial de la presencia de la enfermedad en los ranchos, por el hecho de estar conviviendo con las vacas; por lo tanto, nos permite inferir de manera inicial sobre el estado sanitario del hato, antes de hacer un monitoreo general; lo que se fortalece porque existe evidencia de la transmisión posnatal (Moore *et al.*, 2005; Dubey, 2003).

Se ha documentado la presencia de neosporosis en hatos ganaderos productores de leche en clima templado (Moura *et al.*, 2012; Dechicha *et al.*, 2010; Gutiérrez *et al.*, 2007) y en ganado de carne mantenido en clima tropical (Montiel *et al.*, 2011), destacando en hembras el efecto abortivo y las lesiones que causa (Morales *et al.*, 1997; Morales *et al.*, 2001a; Morales *et al.*, 2001b; García-Vázquez *et al.*, 2002; García-Vázquez *et al.*, 2009), pero en la literatura consultada no se encontró notificación del efecto en la fertilidad de los sementales, por lo que en este estudio resultó de interés dar a conocer que en los sementales la neosporosis no afecta la fertilidad, aunque ya existe evidencia de la presencia de DNA de *Neospora Caninum* determinada por PCR, en células no espermáticas de semen de toros infectados naturalmente (Joozani *et al.*, 2012); sin embargo, la transmisión venerea deberá ser estudiada debido a que *Neospora Caninum* es una de las mayores causas de aborto en bovinos.

Finalmente, al encontrar en los ranchos animales crónicamente infectados, se traduce en una estabilidad inmunológica (Moore *et al.*, 2005; Dubey, 2003) que pone en peligro al hato, porque esa estabilidad podría disminuirse por un estado de estrés, presentándose brotes de abortos como se ha documentado (Gutiérrez *et al.*, 2007; Diniz *et al.*, 2009).

## CONCLUSIONES.

La neosporosis está presente en el ganado de ranchos del área de influencia del Sitio Experimental Las Margaritas con frecuencias de consideración, sin afectar la fertilidad de los sementales.

## Agradecimientos

Al Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación, FORDECYT del CONACYT y al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, INIFAP, por el financiamiento para la realización de este estudio.

## LITERATURA CITADA.

- Dechicha A, Gharbi S, Chatagon G, Tainturier D, Ouzrout R, Guetarni D. Serological survey of etiological agents associated with abortion in two Algerian dairy cattle breeding farms. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*. 2010; 2(1): 1-5. Disponible en <http://www.academicjournals.org/JVMAH>. Consultado: febrero 2013.
- Diniz CA, Neves CC, Cacciatori GNT, Hiromi OL, Maristela PE, Del-Fava C. Diagnosis of *Neospora caninum* in bovine fetuses by histology, immunohistochemistry and nested-PCR. *Rev. Bras. Parasitol. Vet. Jaboticabal*. 2009; 18 (4): 14-19.
- Dubey JP. Review of *Neospora caninum* and neosporosis in animals. *Korean J. Parasitology*. 2003; 41: 1-16.
- Dubey JP, Schares G, Ortega-Mora, LM. Epidemiology and Control of Neosporosis and *Neospora caninum*. *Clinical Microbiol. Reviews*. 2007; 20 (2): 323-367.



- Dyer RM, Jenkins MM, Kwok OCH, Douglas LW, Dubey JP. Serologic survey of *Neospora caninum* infection in a closed dairy cattle herd in Maryland: risk serologic reactivity by production group. *Vet Parasitol.* 2000; 90: 1712-181.
- García-Vázquez Z, Cruz-Vázquez C, Medina EL, García TD, Chavarria MB. Serological survey of *Neospora caninum* infection in dairy cattle herds in Aguascalientes, Mexico. *Vet Parasitol.* 2002; 106: 115-120.
- García-Vázquez Z, Rosario-Cruz R, Mejía-Estrada F, Rodríguez-Vivas I, Romero-Salas D, Fernández-Ruvalcaba M, Cruz-Vázquez C. Seroprevalence of *Neospora caninum* antibodies in beef cattle in three southern states of Mexico *Trop Anim Health Prod.* 2002; 41:749-753.
- Gutiérrez GJJ, Cruz VC, Medina EL, Valdivia FA, Islas OE, García VZ. Factores de manejo asociados con la seroprevalencia a la infección por *Neospora caninum*, en ganado Lechero de Aguascalientes México. *Vet. Méx.* 2007; 38 (3). 261-270.
- Jozani EJ, Asadpour AR, Nematollahi A, Hosseinijad M. Detection of Non-spermatzoal Cells of *Neospora caninum* in Fresh Semen of Naturally Infected Bulls. *Acta Scientiae Veterinariae.* 2012; 40(2): 1034.
- Mateu E, Casal J. Tamaño de muestra. *Rev. Epidem. Med. Prev.* 2003; 1: 8-14.
- Moore DP, Odeón AC, Venturini MC, Campero CM. Neosporosis bovina: Conceptos generales, inmunidad y perspectivas para la vacunación. *Rev. Argentina de Microbiología.* 2005; 37: 217-228.
- Montiel PT, Romero SD, García VZ, Medina EL, Cruz VC. Neosporosis bovina en ranchos ganaderos de la zona norte del estado de Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems.* 2011; 13: 469-479.
- Morales E, Trigo FJ, Ibarra F, Puente E, Santacruz M. Neosporosis in Mexican dairy herds: Lesions and immunohistochemical detection of *Neospora caninum* in fetuses. *J. Comp. Path.* 2001a; 125: 58-63.
- Morales E, Trigo FJ, Ibarra F, Puente E, Santacruz M. Seroprevalence study of bovine Neosporosis in Mexico. *J. Vet. Diagn. Invest.* 2001b; 13: 413-415.
- Morales SE, Ramírez LJ, Trigo FJ. Descripción de un caso de aborto bovino asociado a infección por *Neospora* sp en México. *Vet Méx.* 1997; 28: 353-357.
- Moura AB, Souza AP, Sartor AA, Bellato V, Teixeira EB. *Neospora caninum* antibodies in dairy cattle of Lages municipality, Santa Catarina state, Brazil. *Arch. Med. Vet.* 2012; 44: 117-122.



XXVI REUNIÓN CIENTÍFICA-TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2014 Y III SIMPOSIO INTERNACIONAL EN  
PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA TROPICAL, 6 Y 7 DE NOVIEMBRE, VILLAHERMOSA, TABASCO, MÉXICO

---

# MANEJO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES





## ESTIMACIÓN DE LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES HACIA HUMEDALES NATURALES EN TABASCO

Jiménez-López, E<sup>1</sup>, Juárez-López, J. F.<sup>2</sup>, López-Ocaña, G.<sup>3</sup>, Castelán-Estrada, M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Alumna de MC, PROPAT Campus Tabasco, <sup>2</sup> Profesor Investigador, Colegio de Postgraduados, <sup>3</sup> Profesor Investigador, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

T-28

### RESUMEN

Los humedales naturales son sistemas de transición entre ambientes acuáticos y terrestres que se definen como extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas por aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina, cuya profundidad en marea baja es menor a seis metros. En el presente trabajo se estimaron las descargas de aguas residuales domésticas que se vierten hacia dichos cuerpos receptores en el estado de Tabasco. La identificación de los humedales se hizo mediante cartografía, se detectaron 25 áreas donde la población aledaña oscila entre 109 y 26,825 habitantes. Para estimar las descargas domésticas totales se calculó la población actual mediante los métodos Aritmético y de Malthus, mientras que la concentración de contaminantes en las aguas residuales se estimó tomando como base la descarga media por habitante.

**Palabras clave:** aguas domésticas, concentración de contaminantes, población aledaña

### INTRODUCCIÓN

Durante años los ecosistemas de México han estado sujetos a una gran presión antropogénica, sufriendo alteraciones sin precedentes. En las últimas décadas Tabasco transformó su entorno para dar paso a actividades agropecuarias y petroleras; para algunas regiones y sectores de la población esto representó ingresos económicos, pero para muchos otros significó una pérdida de recursos naturales. Estas actividades se impulsaron indiscriminadamente en todo el Estado sin suficiente conocimiento de las potencialidades de los recursos naturales existentes (POET, 2006).

En el Estado de Tabasco se reportan alrededor de 1,640 lagunas entre las cuales predominan las de tipo temporal y las localizadas en la cuenca del río Usumacinta (Rodríguez y Benítez, 1994). Entre esos recursos acuáticos continentales destacan las lagunas urbanas de más de 21 localidades de la entidad, pues se ven fuertemente afectadas por los aportes de aguas residuales domésticas emanadas de las poblaciones aledañas.

Tabasco presenta una diversidad considerable de flora de pantanos cuyo potencial para el tratamiento de aguas residuales no ha sido evaluado. Estos sistemas en Tabasco se encuentran amenazados, en principio por la alteración del sistema hidrológico debido al crecimiento de redes carreteras, infraestructura petrolera y poblaciones urbanas que alteran la dinámica y los procesos ecológicos que en ellos ocurren (Gama *et al*, 2007). Se ha registrado en las últimas tres décadas una pérdida de ecosistemas que hace crítica su situación con respecto al uso del suelo comenzando con la urbanización de la porción oriente del estado (Márquez *et al*, 2005). Sin embargo, los ecosistemas más vulnerables y que han sufrido una mayor pérdida son los humedales, que representan un gran porcentaje del territorio y cuyos servicios ambientales como amortiguadores de zonas contaminantes, no han sido estimados.

Dada la importancia de los humedales para Tabasco, Barba y Rangel (2006) determinaron mediante el empleo de Sistemas de Información Geográfica (SIG), que el 27.76 % del territorio tabasqueño está ocupado por humedales. Los SIG son herramientas cuyo desarrollo se ha maximizado en los últimos años por su utilidad para estudiar características espaciales; más recientemente se han empleado para analizar características temporales y de



predicción. En particular, permiten generar información valiosa acerca de los humedales más representativos del estado en base a la densidad de población aledaña. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue determinar las zonas con mayor número de descargas de aguas residuales domésticas, volúmenes y concentración de contaminantes hacia los humedales naturales en Tabasco.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para seleccionar los humedales objeto de estudio se tomó como base la carta de humedales potenciales del INEGI (2012), así como el tamaño de la población aledaña, la cual sirvió para proyectar la población actual de cada localidad.

**Estimación de la Población Aledaña.** Para estimar la población aledaña actual se hicieron proyecciones por los métodos de Malthus y Aritmético, utilizando como base datos históricos del número de habitantes. El modelo de Malthus es el crecimiento geométrico de la población humana, restringido por el crecimiento aritmético de los recursos naturales disponibles para la alimentación. El Método Aritmético es el más empleado para predecir tendencias con una tasa constante y es uno de los más conservadores que no involucran variables complejas, sólo considera las nuevas tendencias a partir de la generación de la tasa promedio anual (López, 2009). Las ecuaciones utilizadas fueron, Método de Malthus:

$$Pf = Pa(1 + D)^n \quad (1)$$

$$D (\%) = \left[ \left( \frac{Pa}{Pi} \right)^{\frac{1}{N}} - 1 \right] \times 100 \quad (2)$$

donde D es la tasa de crecimiento anual (%), Pf es la población futura; Pa es la población actual; Pi población inicial del periodo; n son los años entre censos y N son los años a proyectar, en decenas.

Método Aritmético:

$$PF = Pa + (Pe * PA) \quad (3)$$

$$PA = \frac{(Pf - Pi)}{No\_años\_entre\_Intervalo} \quad (4)$$

donde PF es la población futura; Pa es la población actual; el incremento de población va desde el dato más antiguo al dato más actual (Pf-Pi); el promedio anual (PA) es el incremento de Población/número de años en ese intervalo y el periodo económico (Pe) son los años a proyectar.

Para estimar la población actual que descarga sus aguas residuales hacia los humedales, se tomó como base los indicadores de demografía y población del Estado de Tabasco (INEGI, 2010), se realizó un mapa de poblaciones, para después realizar un buffer con ayuda del programa Arcgis para obtener la población aledaña a 5 km a la redonda del humedal, por cada sitio seleccionado.

**Concentración de Contaminantes.** Para estimar la concentración de contaminantes en las aguas residuales de origen doméstico, se tomó como base la descarga media *per capita* (Cuadro 1).



Cuadro 1. Aporte estimado de contaminantes a las aguas residuales, por habitante.

Parámetro	g/hab/día	Promedio
DBO <sub>5</sub>	50 a 120	85.0
DQO	110 a 295	202.5
SST	60 a 150	105.0
NH <sub>3</sub>	5 a 12	8.5
N org	4 a 10	7.0
NTK	9 a 21.7	15.35
P org	0.9 a 1.8	1.35
P inorg	1.8 a 2.7	2.25
P total	2.7 a 4.5	3.6
G y A	10 a 40	25.0

DBO<sub>5</sub> = Demanda bioquímica de oxígeno; DQO = Demanda química de oxígeno; SST = Sólidos suspendidos totales; NH<sub>3</sub> = Amoníaco; N org = Nitrógeno orgánico; NTK = Nitrógeno total kjeldahl; P org = Fósforo orgánico; P inorg = Fósforo inorgánico; P total = Fósforo total; G y A = Grasas y aceites.

Sistemas de manejo de aguas residuales, para núcleos pequeños y descentralizados. (Crites & Tchobanoglous, 2000)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Identificación de Humedales.** En total se identificaron 25 humedales en Tabasco; en la zona norte del Estado no se lograron diferenciar debido a la falta de límites naturales, alta densidad de los mismos y por limitaciones técnicas como la escala 1:250,000 que no ofrece resolución suficiente (Cuadro 2).

**Población Aledaña Actual.** Para las estimaciones de la población fue necesario proyectar la información de los censos poblacionales de INEGI 2010, empleando los métodos Aritmético y de Malthus. El mayor número de habitantes se encuentra en el humedal Lago Grande con 26,825 hab mientras que Estapilla presenta el menor número con 109 (Cuadro 2).

**Concentración de Contaminantes.** Las estimaciones indican que las mayores concentraciones de contaminantes se encuentran en el humedal Lago Grande y Lago Ensenada Grande (Cuadro 2) con un aporte por encima de los demás humedales; por el contrario, los humedales con menor población aledaña presentan las menores descargas de contaminantes.



Cuadro 2. Población aledaña y concentración de contaminantes en aguas domésticas vertidas a los humedales de Tabasco.

Humedal	Hab	Contaminante									
		DBO <sub>5</sub>	DQO	SST	NH <sub>3</sub>	Norg	NtK	Porg	Pi	Pt	G y A
Lago Estapilla	109	9.3	22.07	11.45	0.93	0.76	1.67	0.15	0.25	0.39	2.73
Lago El Pucte	132	11.2	26.73	13.86	1.12	0.92	2.03	0.18	0.30	0.48	3.30
Lago El Mangal	137	11.7	27.74	14.39	1.16	0.96	2.10	0.18	0.31	0.49	3.43
Lago El Mangle	162	14.2	33.82	17.54	1.42	1.17	2.56	0.23	0.38	0.60	4.18
Lago Laguna Canitzan	237	20.2	47.99	24.89	2.01	1.66	3.64	0.32	0.53	0.85	5.93
Lago El Bilin	264	22.4	53.46	27.72	2.24	1.85	4.05	0.36	0.59	0.95	6.60
Lago Multe	296	25.2	59.94	31.08	2.52	2.07	4.54	0.40	0.67	1.07	7.40
Lago Laguna Chica	382	32.5	77.36	40.11	3.25	2.67	5.86	0.52	0.86	1.38	9.55
Lago Sunina	630	53.6	127.58	66.15	5.36	4.41	9.67	0.85	1.42	2.27	15.75
Lago Medellin	919	78.1	186.10	96.50	7.81	6.43	14.11	1.24	2.07	3.31	22.98
Lago Nueva Esperanza	1,094	93.0	221.54	114.87	9.30	7.66	16.79	1.48	2.46	3.94	27.35
Lago Saquila	1,142	97.1	231.26	119.91	9.71	7.99	17.53	1.54	2.57	4.11	28.55
Lago la Majada	1,153	98.0	233.48	121.07	9.80	8.07	17.70	1.56	2.59	4.15	28.83
Lago Chuyipa	1,186	100.8	240.17	124.53	10.08	8.30	18.21	1.60	2.67	4.27	29.65
Lago Leona Vicario	1,198	101.8	242.60	125.79	10.18	8.39	18.39	1.62	2.70	4.31	29.95
Lago San Francisco	1,200	102.0	243.00	126.00	10.20	8.40	18.42	1.62	2.70	4.32	30.00
Lago La Tomasita	1,212	103.0	245.43	127.26	10.30	8.48	18.60	1.64	2.73	4.36	30.30
Rio Catec	1,599	135.9	323.80	167.90	13.59	11.19	24.54	2.16	3.60	5.76	39.98
Lago Lechugal	1,655	140.7	335.14	173.78	14.07	11.59	25.40	2.23	3.72	5.96	41.38
Lago Tres Zapotes	2,437	207.6	493.49	255.89	20.71	17.06	37.41	3.29	5.48	8.77	60.93
Lago Lingle	2,472	210.1	500.58	259.56	21.01	17.30	37.95	3.34	5.56	8.90	61.80
Lago Guanal	3,516	298.9	711.99	369.18	29.89	24.61	53.97	4.75	7.91	12.66	87.90
Lago Arroyo Grande	3,873	329.2	784.28	406.67	32.92	27.11	59.45	5.23	8.71	13.94	96.83
Lago Ensenada Grande	9,677	822.6	1959.59	1016.09	82.25	67.74	148.54	13.06	21.77	34.84	241.93
Lago Grande	26,825	2280.1	5432.06	2816.63	228.01	187.78	411.76	36.21	60.36	96.57	670.63

DBO<sub>5</sub> = Demanda bioquímica de oxígeno; DQO = Demanda química de oxígeno; SST = Sólidos suspendidos totales; NH<sub>3</sub> = Amoníaco; N org = Nitrógeno orgánico; NtK = Nitrógeno total kjeldahl; P org = Fósforo orgánico; P inorg = Fósforo inorgánico; P total = Fósforo total; G y A = Grasas y aceites.

Mediante el empleo del programa Arcgis (versión 9.3) se generó la cartografía de humedales identificados en el Estado (Figura 1).

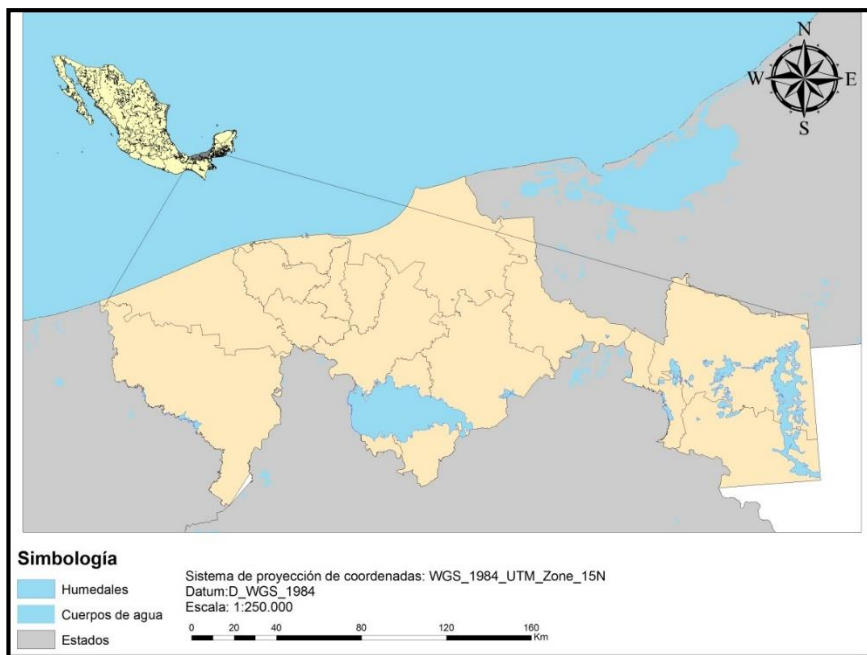


Figura 1. Humedales identificados en el Estado de Tabasco

Con base en el número de habitantes se generó el de aporte de contaminación (Figura 2). De acuerdo al grado, la contaminación se clasificó como baja (humedales con poblaciones menores de 1,000 hab) media (poblaciones entre 1,000 y 5,000 hab) y contaminación alta (poblaciones mayores a 5,000 hab). En el caso de las grasas y aceites la norma 001 (SEMARNAT 1996) establece hasta 25 mg/L y para los SST establece hasta 125 mg/L de descarga diaria en los humedales, para los demás contaminantes no aplica valores.

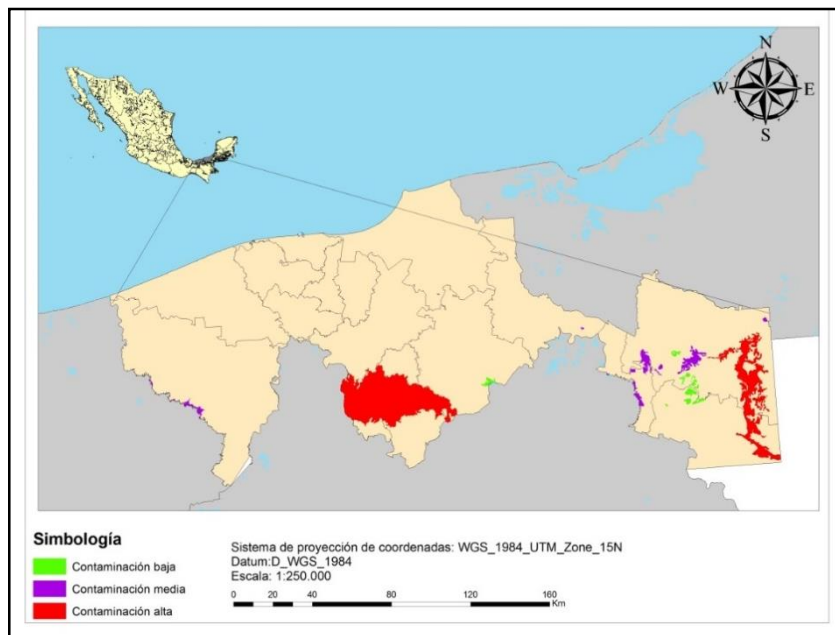


Figura 2. Clasificación de la contaminación en humedales de Tabasco



## CONCLUSIONES

Son diez los humedales que cuentan con una contaminación baja, trece con contaminación media y dos con contaminación alta. Los humedales de contaminación media no superan en aporte de contaminantes al cuerpo receptor Lago Grande, ya que el número total de habitantes de los trece humedales llega a 23,737 mientras que el humedal Lago Grande alberga a 26,825 habitantes en un radio de 5km.

El presente trabajo aporta un panorama preliminar de las descargas que están siendo emitidas hacia los humedales naturales de Tabasco. Estos sistemas se encuentran afectados al tener presencia de población cercana en sus alrededores. Se deberán incrementar estrategias de manejo y conservación para reducir el cambio de uso de suelo causado por la población. Entre estas debe contemplarse el tratamiento de las aguas domésticas antes de arrojarlas a los cuerpos de agua.

## LITERATURA CITADA

- Barba M, E. Rangel M, J. Ramos R, R. 2006. Clasificación de los humedales de Tabasco mediante sistemas de información geográfica. *Universidad y Ciencia*. 22 (2): 101-110
- Crites R; Tchobanogous G. 2000. Sistema de manejo de aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados. Mc Graw-Hill. Colombia. P 1043.
- Gama C, L; Galindo A, A; Cortes S, E; Zequeira L, C; Morales H, A; Rullan S, C; Moguer O, E; Macias V, E. 2007. El cambio climático global y su monitoreo sobre los posibles cambios en los servicios ambientales de cuencas de Tabasco. *CA Ordenamiento Ecológico y Desarrollo Sostenible*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. P 9.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. Indicadores de demografía y población.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2012. Carta de humedales potenciales en México.
- López Ocaña, G. 2009. Combustión de Materiales Lignocelulósicos Derivados de los Residuos Sólidos Urbanos en un Combustor Experimental de Lecho Fluidizado. Tesis de Doctorado, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa-Tabasco. México.
- Márquez R. I., De Jong B., Eastmond A., Ochoa G. S., Hernández S., Kantún M. D. 2005. Estrategias Productivas Campesinas: Un Análisis de los Factores Condicionantes del Uso del Suelo en el Oriente de Tabasco, México. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, México.
- Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tabasco (POET). 2006. Secretaria de Desarrollo Social y Protección al Ambiente.
- Rodríguez, E; Benítez M. 1994. Análisis multivariado sobre datos morfométricos de 40 lagos cálidos en el Estado de Tabasco, México. *Universidad y Ciencia*. 11 (21-22): 43-51.
- NOM-001-SEMARNAT-1996. Norma Oficial Mexicana que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.



## RESPUESTA FISIOLÓGICA DE DOS ECOTIPOS DE *Tillandsia utriculata* L. A VARIACIONES DE TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA Y LUZ

Rosado C.A.T.<sup>1\*</sup>, Reyes G.C.<sup>2</sup>, Tamayo C.M.<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Campo Experimental Edzná, INIFAP. Km 15 carreteras Campeche-Pocuyaxum CP. 24520, Chiná, Campeche. <sup>2</sup>Unidad de Recursos Naturales, CICY. Calle 43 No. 130, Colonia Chuburná de Hidalgo CP. 97200, Mérida, Yucatán.

T-61

### RESUMEN

En la naturaleza, la distribución de las especies puede ser explicada por diferentes factores, entre los que se encuentra la evolución de ecotipos, que son subunidades de la especie, diferenciadas por su adaptación ecológica a ciertas condiciones ambientales específicas y que pueden o no adaptarse a condiciones diferentes a las de su hábitat. Es de suma importancia para la agricultura identificar los ecotipos de las especies vegetales con valor económico, para aprovechar al máximo las características propias del material vegetal, como del sitio de siembra. Debido a la amplia distribución ecológica que, en forma natural, presenta *Tillandsia utriculata* L., especie de hábito epífita con fotosíntesis CAM, el objetivo fue caracterizar la respuesta fisiológica de dos ecotipos de *T. utriculata* provenientes del matorral de duna costera y de la selva alta perennifolia, a variaciones en temperatura, humedad relativa y luz. Se colectaron 15 individuos de cada ecotipo de tamaños comparables, los cuales fueron trasplantados a dos sitios contrastantes en temperatura, humedad relativa y precipitación (5-10 individuos por ecotipo, por sitio). Sus respuestas fisiológicas al ambiente fueron caracterizadas después de 45 días de aclimatación en condiciones naturales del sitio, para después ser sometidos a 20 días de suspensión de riego. Las variables fisiológicas medidas fueron contenido relativo de agua (CRA), acumulación nocturna de ácidos orgánicos (acidez), asimilación de CO<sub>2</sub> y eficiencia cuántica máxima (F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>). Los resultados mostraron diferencias en el uso de agua y luz debidas tanto al microclima como a la historia de vida de los individuos de ambos ecotipos, ya que ésta define en parte su manera de desempeñarse ante cambios en el ambiente. Por lo anterior, es importante resaltar la importancia de conocer la procedencia de los individuos que se van a cultivar.

**Palabras clave:** acidez titulable, contenido relativo de agua, eficiencia cuántica máxima, fotosíntesis CAM.

### INTRODUCCIÓN

El entendimiento de la ecofisiología de los cultivos es crítico para ofrecer un manejo efectivo que permita obtener la productividad deseada. En este contexto, existen diferentes factores abióticos que se deben tomar en cuenta para elegir el material vegetal para la producción, como son, las condiciones ambientales presentes en el sitio de producción y el origen del material vegetal (el cual podría dar una idea acerca de las condiciones a las que está adaptado dicho material). En la naturaleza, la distribución de las especies puede ser explicada por diferentes factores como la historia evolutiva, la distribución histórica, la capacidad de dispersión de los organismos, la capacidad para ofrecer respuestas plásticas al ambiente, así como por la evolución de ecotipos (de Jong, 2004). Los ecotipos son subunidades de la especie, diferenciadas por su adaptación ecológica a ciertas condiciones ambientales específicas y que pueden o no adaptarse a condiciones diferentes a las de su hábitat.

En los ecosistemas tropicales está representado gran número de formas de vida de las cuales la segunda más abundante son las epífitas, constituyendo cerca del 10 % de la flora en el mundo. Estas plantas no parásitas, utilizan a otra planta (usualmente árboles; forofito) simplemente

como punto de apoyo para su crecimiento (Benzing, 2000). Ya que las epífitas no extraen agua ni nutrimentos de su hospedero ni del suelo, pueden enfrentar diversos retos para el crecimiento, supervivencia y persistencia de sus poblaciones. Es debido a esto que cuentan con estructuras y funciones especiales para la obtención y retención de nutrimentos y agua, que aseguran la humedad requerida en los tejidos para mantener el proceso fotosintético durante períodos de sequía. Del gremio epífita, la familia Bromeliaceae constituye un grupo monofilético de monocotiledóneas altamente plástico distribuido a lo largo de América tropical. Una de las principales características de la familia es que posee una gran variedad de adaptaciones, como la presencia del metabolismo ácido de las crasuláceas (fotosíntesis CAM, por sus siglas en inglés), que le permiten colonizar un amplio rango de ambientes (Benzing, 2000).

La fotosíntesis CAM se presenta en muchas bromeliáceas epífitas, predominando en las especies de sitios con sequías prolongadas (Lüttge, 2004). Esta ruta metabólica presenta cuatro fases y promueve la eficiencia en el uso del agua en los tejidos, ya que las hojas abren los estomas principalmente en la noche cuando disminuye la demanda evaporativa. Las plantas con fotosíntesis CAM presentan asimilación nocturna de CO<sub>2</sub> por la enzima PEPC (fosfoenol piruvato carboxilasa) y acumulación de ácidos orgánicos (producto de la fijación de CO<sub>2</sub>), predominantemente ácido málico (fase I). En el período inmediato de luz, estos ácidos de cuatro carbonos salen de la vacuola y se dirigen al cloroplasto, donde son posteriormente descarboxilados generando una concentración elevada de CO<sub>2</sub> que es reasimilado con ayuda de la enzima RUBISCO (ribulosa 1,5-difosfato carboxilasa oxigenasa) durante el ciclo de Calvin (ruta C<sub>3</sub>), cuando los estomas permanecen cerrados (fase III). En la ruta C<sub>3</sub>, el CO<sub>2</sub> y el agua de los tejidos son combinados enzimáticamente con una molécula aceptora de 5 carbonos (ribulosa-1, 5-bifosfato, abreviada RuBP) que genera dos moléculas intermedias de tres carbonos (de ahí su nombre, vía fotosintética C<sub>3</sub>). Esta molécula intermedia (3-fosfoglicerato) es reducida a carbohidrato por el uso de ATP y NADPH generados fotoquímicamente. El ciclo C<sub>3</sub> es completado por la regeneración de la RuBP. Entre las fases I y III, existen transiciones en las que los estomas permanecen abiertos para la toma de CO<sub>2</sub> por lapsos cortos durante el amanecer (fase II) y el atardecer (fase IV). Cabe señalar que durante la fase IV se produce la fijación directa de CO<sub>2</sub> a carbohidratos, con la ruta C<sub>3</sub>, como consecuencia de que el acervo de ácido vacuolar se encuentra agotado (fase IV; Andrade *et al.*, 2007). Los individuos de la especie *Tillandsia utriculata* son plantas epífitas de uso ornamental de 0.5 a 2 m de alto, con hojas linear-trianguulares de color verde brillante, lepidotas en el envés, solapadas formando reservorios de agua y materia orgánica. Escapo igual o excediendo las hojas, frecuentemente castaño-violeta y con una inflorescencia central erecta. *T. utriculata* es una especie que presenta fotosíntesis CAM y en su estado natural se distribuye en condiciones ambientales de matorral de duna costera, manglar, selva baja inundable (tintal) y existen registros recientes de la especie en selva alta perennifolia (Ramírez *et al.*, 2004; Pinzón *et al.*, 2011).

## OBJETIVO

Caracterizar la respuesta fisiológica de dos ecotipos de *Tillandsia utriculata* L. provenientes de la selva alta perennifolia y de matorral de duna costera, a variaciones en temperatura, humedad relativa y luz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Colecta de individuos.** Se colectaron 15 individuos de tamaños similares de dos ecotipos de *T. utriculata* provenientes de sitios con condiciones ambientales contrastantes. El ecotipo colectado en el matorral de duna costera (San Benito, Dzempl, Yucatán), se encontró inmerso en un sitio con vegetación predominante de especies arbustivas, herbáceas y palmas, una altitud menor a los 3 metros sobre el nivel del mar (msnm) y clima seco con lluvias entre junio y septiembre. El sitio presenta una precipitación total anual de 560 mm, temperatura mínima de

15 °C, media de 24-26 °C y máxima de 44 °C. El ecotipo colectado en la selva alta perennifolia (Ocosingo, Chiapas) se encontró inmerso en un sitio con vegetación predominante de árboles altos que permanecen verdes todo el año, una altitud de 900 msnm y clima semicálido con lluvias en verano. El sitio presenta una precipitación total anual de 1804 mm, temperatura mínima de 14 °C, media de 24 °C y máxima de 29 °C.

**Sitios de trasplante.** Para medir la respuesta fisiológica de los dos ecotipos de *T. utriculata* a variaciones en el ambiente, se seleccionaron dos sitios de trasplante con diferentes condiciones ambientales: matorral de duna costera de San Benito, Yucatán y bosque mesófilo de montaña de Xalapa, Veracruz. El sitio de duna costera presentó las características ambientales descritas en la sección anterior (ver “Colecta de individuos”). El sitio de bosque mesófilo se encuentra a una altitud de 1427 msnm y presenta clima semicálido húmedo. Además, durante el establecimiento del experimento, la precipitación total fue de 612 mm, la temperatura mínima de 7 °C, la media de 19 °C y la máxima de 38 °C.

**Diseño del experimento.** Se trasplantaron al matorral de duna costera individuos de *T. utriculata* provenientes de selva alta perennifolia (n=6) y se colocaron en forofitos que albergaban individuos de *T. utriculata* del ecotipo nativo (n=5), ahí permanecieron durante 45 días en aclimatación. Al término de la aclimatación se monitorearon las variables fisiológicas durante 3 días para determinar el comportamiento de ambos ecotipos ante las condiciones naturales de precipitación, temperatura, radiación y humedad relativa del matorral de duna costera. En el caso del bosque mesófilo, se trasplantaron individuos de *T. utriculata* provenientes de matorral de duna costera (n=10) y provenientes de selva alta perennifolia (n=9) y se dejaron aclimatar por el mismo período de tiempo (45 días), después del cual fueron monitoreadas las variables fisiológicas. Al término de esta primera etapa (de aclimatación), tanto los individuos trasplantados al bosque mesófilo como los trasplantados al matorral de duna costera, fueron llevados a sitios cercanos, cubiertos por techos transparentes (con condiciones de luz y temperatura similares a las del lugar de aclimatación), donde se suspendió el riego de los individuos durante 20 días. El microambiente y las variables fisiológicas fueron caracterizados durante los últimos días de la aclimatación y después de 20 días sin riego.

**Medición de variables microambientales.** Se hicieron mediciones del microambiente cada 30 minutos en ambos sitios de trasplante, para las cuales se emplearon cuantómetros conectados a data loggers (HOBO brand, New Hampshire, Estados Unidos), para determinar el flujo de fotones para la fotosíntesis (FFF). La temperatura y la humedad relativa se registraron con la ayuda de ibuttons (Maxim Integrated Products, Estados Unidos). Posteriormente, con los datos de temperatura y humedad relativa, se calculó el déficit de presión de vapor (DPV).

**Medición de variables fisiológicas.** Para determinar el contenido relativo de agua foliar (CRA) de los individuos de *T. utriculata*, se colectaron secciones de hojas y se determinó el peso fresco en el momento de la colecta, el peso saturado después de 3 días de hidratación en agua destilada y el peso seco después de 3 días en una cámara de secado a 60 °C. Posteriormente se obtuvo el contenido relativo de agua de cada individuo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{CRA} = \frac{\text{peso fresco} - \text{peso seco}}{\text{peso saturado} - \text{peso seco}}$$

La fluctuación diurna en la concentración de ácidos orgánicos en la hoja, característicos de la fotosíntesis CAM, se determinó como la diferencia entre el punto mínimo de acumulación (al final del fotoperiodo) y el máximo (al comienzo del fotoperiodo del día siguiente). Se obtuvieron muestras de hojas de los individuos de *T. utriculata*, las cuales fueron congeladas en nitrógeno líquido y posteriormente llevadas a un congelador a -80 °C. Se obtuvo el área de las secciones de hoja colectadas con un medidor de área foliar (LI-3100, Li-Cor Inc. Lincoln, Estados Unidos).





Posteriormente dichas secciones de hoja fueron homogeneizadas con un mortero y luego se pusieron a hervir en 10 ml de agua destilada durante 5 minutos. Se dejaron enfriar y se llevaron a 50 ml titulando la solución resultante con 0.01 N de NaOH a pH 7 con ayuda de un titulador automático (PB403-S, Metrohm, México). La concentración de H<sup>+</sup> fue calculada con la siguiente fórmula:

$$\text{mmol H}^+ \text{ m}^{-2} = \frac{\text{mL de NaOH} \times [\text{NaOH}]}{\text{Área (cm}^2)} \times 1000$$

Durante los últimos días de la aclimatación y después de 20 días de suspensión de riego, se midió la asimilación de CO<sub>2</sub> en los individuos de *T. utriculata*, en intervalos de dos horas entre las 18:00 y las 12:00 hrs. utilizando un analizador de gases infrarrojo (LI-6400, Li-Cor Inc. Lincoln, Estados Unidos). En todas las mediciones el área foliar utilizada fue de 6 cm<sup>2</sup> y la proporción estomática de 1. La concentración de CO<sub>2</sub>, humedad relativa y la temperatura se mantuvieron similares a las ambientales durante las mediciones.

Se hicieron mediciones, en intervalos de 30 minutos durante 24 horas, de la eficiencia cuántica máxima (F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>), con un medidor de fluorescencia (Monitoring-PAM, Walz, Alemania). Estas mediciones se realizaron en cada sitio de trasplante, en 3 individuos de *T. utriculata* de cada ecotipo.

**Análisis estadístico.** Para las variables ambientales (DPV y luz) se realizaron ANOVAs de una vía (fuente de variación: sitio), para la aclimatación y el periodo de suspensión de riego por separado. Para las variables fisiológicas (CRA, acumulación de ácidos orgánicos, intercambio gaseoso y F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>) se realizaron ANOVAs de tres vías (fuentes de variación: ecotipo, sitio de trasplante y condición de riego).

## RESULTADOS

El déficit de presión de vapor (DPV) muestra las diferencias existentes entre los sitios de trasplante (P<0.001), siendo que los individuos trasplantados al matorral de duna costera estuvieron sometidos a un ambiente con mayor DPV (DPV máximo de 5.48 KPa), en comparación con los trasplantados al bosque mesófilo (DPV máximo de 1.58 KPa), durante la aclimatación. Durante la suspensión del riego, el DPV fue modificado por las condiciones de la cubierta transparente, aumentando durante el día en el sitio de bosque mesófilo (DPV máximo de 6.51 KPa) y disminuyendo en el sitio de matorral de duna costera (DPV máximo de 3.51 KPa). Sin embargo, el DPV nocturno se mantuvo más alto en el sitio del matorral de duna costera, con valores de 0.59 y 0.13 KPa para el matorral de duna costera y el bosque mesófilo, respectivamente.

La luz a la que estuvieron expuestos los individuos de *T. utriculata* también fue variable dependiendo del sitio en el que fueron trasplantados, siendo que en el matorral de duna costera, los individuos recibieron una cantidad mayor de FFF (flujo de fotones fotosintéticos), en comparación con la luz que recibieron los individuos en el bosque mesófilo (P<0.001).

Los ecotipos de *T. utriculata* no mostraron diferencias estadísticas significativas entre ellos en la variable CRA (P=0.583). Sin embargo, éstos disminuyeron su CRA después de 20 días de suspensión de riego (P<0.005). Cabe recalcar que en el sitio de matorral de duna costera (el sitio con mayor DPV) los individuos de *T. utriculata*, con y sin riego, tuvieron valores más bajos, en comparación con su equivalente para el sitio de bosque mesófilo (diferencia estadística significativa entre sitios; P<0.001; Figura 1a y 1c).

En la variable acidez, los ecotipos no mostraron diferencias estadísticas significativas entre ellos (P=0.064). Sin embargo, al igual que en la variable CRA, los individuos disminuyeron su contenido de ácidos orgánicos después de 20 días sin riego (P<0.001) y tuvieron valores más

bajos en el sitio de matorral de duna costera (con y sin riego), en comparación con su equivalente para el sitio de bosque mesófilo (diferencia estadística significativa entre sitios;  $P=0.023$ ; Figura 1b y 1d).

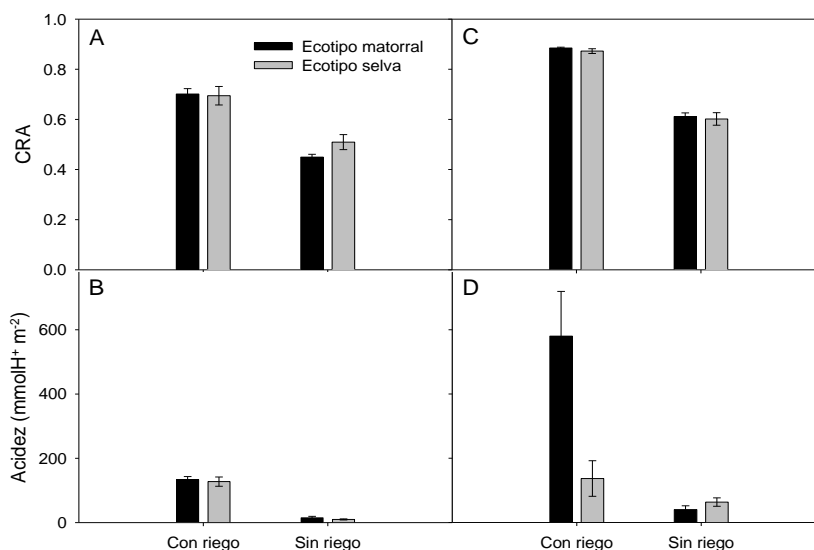


Figura 1. Contenido relativo de agua (CRA; A y C) y acumulación nocturna de ácidos orgánicos (acidez; B y D) de dos ecotipos de *Tillandsia utriculata*, bajo dos condiciones de riego, en dos sitios de trasplante: matorral de duna costera (A y B) y bosque mesófilo de montaña (C y D).

En la asimilación de CO<sub>2</sub>, se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P<0.001$ ) entre las condiciones de riego (con y sin riego), con una mayor asimilación durante el periodo en que se mantuvieron con riego. Así mismo, se presentaron diferencias estadísticas significativas entre sitios ( $P<0.001$ ), con mayor acumulación en el matorral de duna costera (máxima de  $1.82 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$  y acumulada de  $72.88 \pm 2 \text{mmolCO}_2\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}$ ), en comparación con la asimilación en el sitio de bosque mesófilo (máxima de  $1.65 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$  y acumulada de  $49.52 \pm 2 \text{mmolCO}_2\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}$ ). Al analizar los datos de asimilación acumulada en cada sitio de trasplante con y sin riego, solo se presentaron diferencias entre los ecotipos en la medición realizada en el matorral de duna costera sin riego ( $P=0.023$ ), que representa el ambiente más adverso de los cuatro, con alta incidencia de luz y baja disponibilidad hídrica (Figura 2). La eficiencia cuántica máxima no mostró diferencias estadísticas significativas entre ecotipos, ni entre sitios, ni entre condiciones de riego ( $P>0.005$ ; Figura 3).

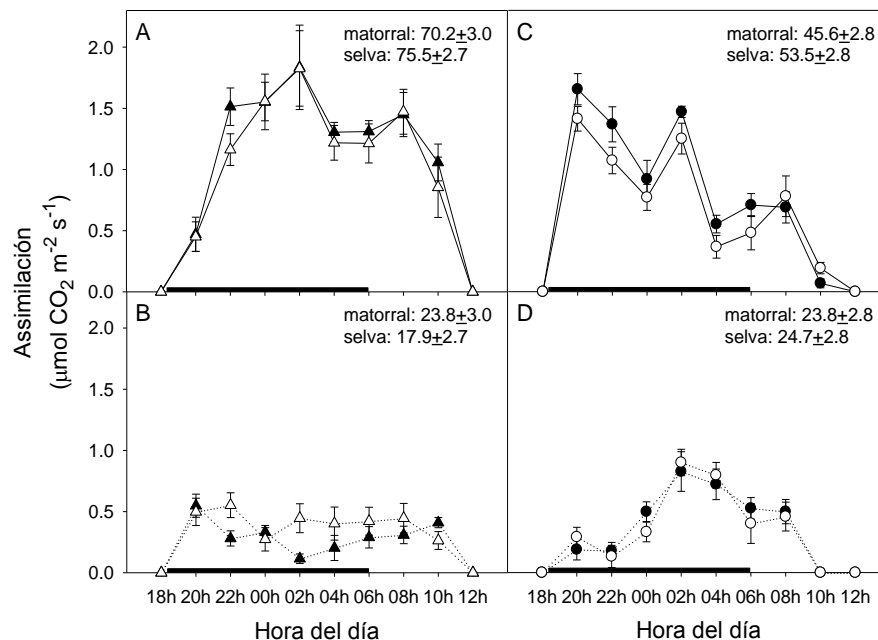


Figura 2. Asimilación de CO<sub>2</sub> de dos ecotipos de *Tillandsia utriculata* (matorral: símbolos blancos; selva: símbolos negros) bajo dos condiciones de riego (con riego: A y C; sin riego: B y D), en dos sitios de trasplante: matorral de duna costera (A y B) y bosque mesófilo de montaña (C y D). Las líneas negras sobre el eje X representan las horas de oscuridad. Los valores en la parte superior derecha de cada gráfico representan la asimilación acumulada durante los días de medición.

## DISCUSIÓN

Al evaluar el comportamiento de dos ecotipos de *Tillandsia utriculata*, se presentaron diferencias en el uso de agua y luz debidas tanto al microclima como a su historia de vida, ya que ésta última define en parte su manera de desempeñarse ante cambios en el ambiente (de Jong, 2004). Al medir el comportamiento fisiológico de estos dos ecotipos provenientes de un sitio húmedo y sombreado (selva alta perennifolia, de dosel alto y cerrado, donde la mayoría de las plantas conservan su follaje durante todo el año, proporcionando sombra a las epífitas con la cobertura del dosel), y de un sitio semi-árido y expuesto (matorral de duna costera, donde el dosel mide menos de 3 m y una alta proporción de las plantas pierde su follaje durante la temporada de sequía, exponiendo a las epífitas a altas incidencias de luz), cada rasgo fisiológico mostró un óptimo ante determinadas características ambientales.

A pesar de que no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre ecotipos para la variable CRA, en el matorral de duna costera, los individuos del ecotipo local (el proveniente del matorral), se mostraron menos sensibles a la desecación, al disminuir más lentamente el CRA de su tejido foliar durante la suspensión de riego, en comparación con los individuos del ecotipo de selva (Figura 1a).

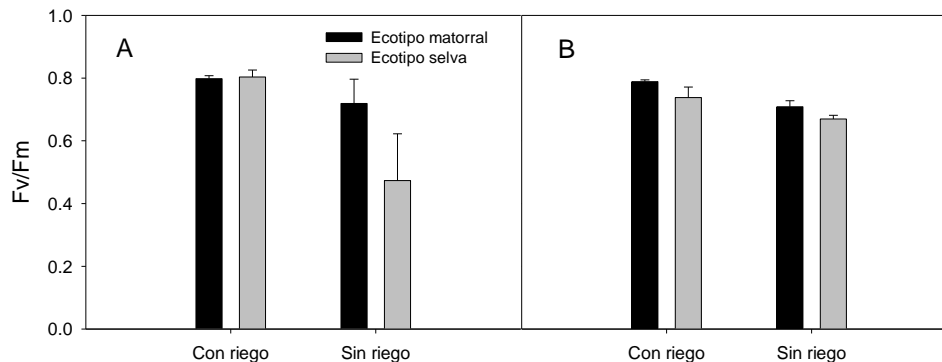


Figura 3. Eficiencia cuántica máxima ( $F_v/F_m$ ) de dos ecotipos de *Tillandsia utriculata*, bajo dos condiciones de riego, en dos sitios de trasplante: matorral de duna costera (A) y bosque mesófilo de montaña (B).

Por otro lado, al presentar metabolismo ácido de las crasuláceas (fotosíntesis CAM, por sus siglas en inglés), los individuos de *T. utriculata* hacen un uso del agua más eficiente que las plantas con fotosíntesis  $C_3$ , al fijar  $CO_2$  principalmente por la noche con la enzima PEPC (fosfoenol piruvato carboxilasa), cuando el déficit de presión de vapor (DPV) del ambiente es menor que durante el día (Andrade *et al.*, 2007). Además de la fijación nocturna de carbono vía PEPC (fase I), algunos organismos con fotosíntesis CAM presentan un corto período de fijación de carbono por la vía  $C_3$  en las primeras horas del día (fase II), lo que les permite fijar más carbono (en comparación con las plantas limitadas únicamente a la fijación nocturna) que contribuye a mantener sus tasas de crecimiento, rasgo particularmente importante para organismos de crecimiento lento como es el caso de la especie *T. utriculata*, la cual presenta un pequeño pico de asimilación de  $CO_2$  entre las 7 y las 10 horas (indicativo de la fase II; Figura 2), que es más perceptible durante el período previo a la sequía, cuando los individuos poseen una alta hidratación (Andrade *et al.*, 2007). La presencia de la fase II en los individuos de *T. utriculata* aporta cerca del 14% del total de carbono fijado en un día en ambos sitios de trasplante y en ambas condiciones de riego (con y sin riego). La presencia de esta fase II y la disminución en la asimilación de  $CO_2$  después de 20 días de suspensión de riego, puede representar una gran ventaja para los individuos de esta especie, capaz de aprovechar la humedad del ambiente a través de sus tricomas foliares para mantener sus actividades fotosintéticas sin comprometer su estado hídrico con la liberación de agua y la captura de carbono (Ricalde *et al.*, 2010).

Al igual que el CRA, la acumulación nocturna de ácidos orgánicos se vio disminuida en ambos ecotipos después de la suspensión del riego, debido a que *T. utriculata* es una especie CAM obligada (Martin, 1994), en la que una baja disponibilidad de agua tiende a reducir la ganancia nocturna de carbono en los individuos hasta en un 75% en sitios seco (Ricalde *et al.*, 2010). Sin embargo, los individuos del ecotipo selva mostraron un pico de asimilación (Figura 1d) que puede deberse a que parte del ácido málico medido haya sido derivado del reciclaje (refijación) del  $CO_2$  respirado (Griffiths *et al.*, 1986).

Considerando que la  $F_v/F_m$  mide la recuperación del fotosistema II durante la noche (después de un periodo de actividad durante las horas de luz) y que su máximo valor es 0.83, se pone en evidencia la capacidad de los individuos de ambos ecotipos de *T. utriculata* para recuperar la eficiencia de su fotosistema II y evitar la fotoinhibición, a pesar de las condiciones de estrés hídrico y lumínico (Maxwell y Johnson, 2000; Figura 3).



## CONCLUSIONES

Las plantas con fotosíntesis CAM, poseen un gran potencial para su explotación agronómica, debido a las ventajas que este metabolismo confiere, al promover la eficiencia en el uso del agua y con esto, el mantenimiento de sus funciones de crecimiento y desarrollo, a pesar de las limitantes hídricas que puedan enfrentar. De igual forma, es importante resaltar la importancia de conocer la procedencia de los individuos que se van a cultivar, ya que las respuestas fisiológicas de las plantas están determinadas por su historia de vida, tanto como por las variaciones en las condiciones ambientales.

## LITERATURA CITADA

- Andrade, J.L., E. De la Barrera, C. Reyes-García, M.F. Ricalde, G. Vargas-Soto y J.C. Cervera (2007). El metabolismo ácido de las crasuláceas: diversidad, fisiología ambiental y productividad. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 81, 37-50.
- Benzing, D.H. (2000). *Bromeliaceae: Profile of an Adaptive Radiation*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 690 p.
- De Jong, G. (2004). Evolution of phenotypic plasticity: patterns of plasticity and the emergence of ecotypes. *New Phytologist*, 166, 101-118.
- Griffiths, H., U. Lütge, K.H. Stimmel, C.E. Crook, N.M. Griffiths y J.A.C. Smith (1986). Comparative ecophysiology of CAM and C<sub>3</sub> bromeliads. III. Environmental influences on CO<sub>2</sub> assimilation and transpiration. *Plant, Cell and Environment*, 9, 385-393.
- Lüttge, U. (2004). Ecophysiology of crassulacean acid metabolism (CAM). *Annals of Botany*, 93, 629-657.
- Martin, C.E. (1994). Physiological Ecology of the Bromeliaceae. *The Botanical Review*, 60, 1-82.
- Maxwell, K. y G.N. Johnson (2000). Chlorophyll fluorescence- a practical guide. *Journal of Experimental Botany*, 51, 659-668.
- Pinzón, J.P., I.M. Ramírez-Morillo y G. Carnevali (2011). Morphometric analyses within the *Tillandsia utriculata* L. complex (Bromeliaceae) allow for the recognition of a new species, with notes on its phylogenetic position. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, 138, 353-365.
- Ramírez, I., G. Carnevali y F. Chi (2004). *Guía Ilustrada de las Bromeliaceae de la Porción Mexicana de la Península de Yucatán*. Centro de Investigación Científica, A.C. México, D.F., México. 124 p.
- Ricalde, M.F., J.L. Andrade, R. Durán, J.M. Dupuy, J.L. Simá, R. Us-Santamaría y L.S. Santiago (2010). Environmental regulation of carbon isotope composition and crassulacean acid metabolism in three plant communities along a water availability gradient. *Oecología*, 164, 871-880.



## ÍNDICE DE CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DE LOS SECTORES AGRÍCOLA, PECUARIO Y FORESTAL (ICA) DE OCHO CUENCAS REPRESENTATIVAS DEL SUR-SURESTE DE MÉXICO

\*Inurreta A.H.D.<sup>1</sup>, Uresti D.D.<sup>1</sup>, Uresti G.J.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo-Centro. Campo Experimental Cotaxtla

T-94

### RESUMEN

A nivel global, el cambio climático impactará en forma negativa la productividad de los sectores agropecuario y forestal, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria. Sin embargo, en México se desconoce la magnitud y distribución espacial de dicho impacto. En el sur-sureste de México, a nivel de cuenca hidrológica, no existen planes para adaptar los sectores agrícola, pecuario y forestal al cambio climático, por lo que es necesario elaborarlos; para ello es indispensable determinar la capacidad actual de adaptación al cambio climático. El presente estudio, tiene como objetivo elaborar un índice de capacidad de adaptación al cambio climático (ICA) a nivel municipal en ocho cuencas representativas del sur-sureste de México (Balsas-Mezcala, Grijalva-Concordia, Grijalva-Villahermosa, Laguna de Términos, Nautla, Papaloapan, Tehuantepec, Yucatán), por medio de una caracterización de los sectores agrícola, pecuario y forestal, así como el socioeconómico y los recursos naturales (clima, suelo y agua). Dicha caracterización, se realizó a partir de información que se obtuvo de diversas fuentes oficiales (SIAP, INEGI, CONAFOR, SNIM, CONAPO, CONEVAL, CONAGUA, SMN), la cual se procesó, analizó y conjuntó en bases de datos. El ICA se desarrolló en función de 5 variables: recursos naturales (RN), desarrollo de las capacidades humanas (DH), desarrollo económico (DE), desarrollo de infraestructura (DI); desarrollo tecnológico (DT), cada variable se estimó a través de diferentes factores. Finalmente el ICA obtenido para cada municipio, se expresó cartográficamente. Dentro del mapa final del ICA, se observa que en el área de estudio 5,154 mil ha presentan un nivel de adaptación bajo, 21,073 mil ha un nivel medio y 2,242 mil ha un nivel alto. La mayoría de los municipios con nivel bajo de ICA se encuentran en lugares serranos, mientras que los municipios con un nivel alto de ICA contienen ciudades, cuyo alto PIB incrementa el DE y por lo tanto el ICA.

**Palabras clave:** Trópico húmedo mexicano, recursos naturales, desarrollo humano, desarrollo económico, infraestructura, desarrollo tecnológico.

### INTRODUCCIÓN

El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático, en 2007 confirmó que el calentamiento global de la tierra es un hecho debido a causas antropogénicas (Solomon, et al., 2007). El incremento de la población, la quema de combustibles fósiles, la agricultura, la deforestación y el cambio de uso del suelo para producir alimentos y urbanización, son los principales impulsores de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), como el bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), a tasas que son consideradas peligrosas para el equilibrio del sistema climático, la seguridad alimentaria, la protección de ecosistemas y el desarrollo económico sostenible. Solomon *et al.*, (2007), reporta que entre 1850-1899 y 2001-2005 se registró un incremento en la temperatura promedio global de 0.74 °C. Meehl *et al.* (2007) reporta que para 2011-2030, 2046-2065 y 2080-2099 la temperatura global promedio se incrementará en 1-2 °C, 3-4 °C y 4-7 °C, respectivamente, comparados con las temperaturas de 1980-1999. En las zonas subtropicales se observará una reducción de hasta 20% de la precipitación pluvial. Las afectaciones en México se verán reflejadas por lluvias más intensas y espaciadas, así como eventos extremos (olas de calor, sequías, inundaciones, huracanes y/o ciclones tropicales) de mayor intensidad (Meehl *et al.*, 2007). El incremento en la temperatura,

reducción de la lluvia y la presencia de eventos extremos impactará negativamente la productividad de los sectores agrícola, pecuario y forestal, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria. Con un incremento de 3 °C (lo cual se espera para 2040-2060), se observarán reducciones en el rendimiento de cereales de entre 20 y 50 por ciento, (Easterling *et al.*, 2007).

El hombre siempre ha buscado adaptarse a los impactos de la variabilidad climática usando un amplio rango de tecnologías, sin embargo, el cambio climático presenta nuevos retos más allá del rango de adaptación a la variabilidad climática. Es necesario implementar tanto medidas autónomas de adaptación para evitar y/o revertir el impacto negativo del cambio climático, como medidas planeadas de adaptación para incrementar la habilidad y construir capacidades y condiciones favorables para una efectiva adaptación. La adaptación autónoma implementa sobre la marcha conocimientos y tecnologías en respuesta a los cambios e impactos, mientras que la adaptación planeada incluye la movilización y/o operación de instituciones, políticas y programas para establecer o reforzar las condiciones favorables para una efectiva adaptación (Adger *et al.*, 2007). La capacidad para adaptarse es una condición necesaria para el diseño e implementación de estrategias de adaptación y depende del grado del desarrollo económico, tecnológico, capacidades humanas, infraestructura, estructuras gubernamentales y equidad (Smit y Pilifosova, 2001). Sin embargo, Easterling *et al.*, 2007, indica que a medida que se incrementa la temperatura, la eficiencia de las medidas de adaptación disminuye, hasta desaparecer con incrementos de temperatura mayores de 4 °C.

El sur-sureste de México es una región que presenta condiciones edafológicas, climáticas, orográficas, políticas, económicas, tecnológicas, de desarrollo humano y de infraestructura contrastantes; cuya principal actividad es la producción agrícola, pecuaria y forestal (INEGI 2014). Debido a tales condiciones, se espera que el impacto del cambio climático sea severo, poniendo en riesgo la alimentación y el sustento de la población de esta región y general de todo el país. Sin embargo, actualmente, se desconoce el grado de capacidad de adaptación a nivel municipal en el sur-sureste de México. Por lo anterior este trabajo pretende generar un índice a nivel municipal, que exprese la capacidad de adaptación al cambio climático, en función de factores naturales, económicos, humanos, tecnológicos y de infraestructura.

## **METODOLOGÍA**

Se seleccionaron ocho cuencas hidrológicas representativas de las condiciones edafológicas, climáticas, orográficas y de uso actual del suelo del sur-sureste de México. Estas fueron: 1) Balsas-Mezcala, localizada en estado de Guerrero; 2) Grijalva-Concordia, localizada en el estado de Chiapas; 3) Grijalva-Villahermosa, localizada en el estado de Tabasco; 4) Laguna de Términos, localizada en el estado de Campeche y Yucatán; 5) Nautla, localizada en el estado de Veracruz; 6) Papaloapan, localizada en los estados de Veracruz y Oaxaca; 7) Tehuantepec, localizada en el estado de Oaxaca y 8) Yucatán, localizada en el estado del mismo nombre.

Las ocho cuencas seleccionadas fueron identificadas y extraídas del mapa de cuencas hidrológicas de la CNA (2011), escala 1:250,000. Posteriormente para identificar y cartografiar los municipios contenidos en cada una de las cuencas hidrológicas, se utilizó el software ArcMap 9.3, sobreponiendo el mapa de las cuencas seleccionadas con el mapa de división política del INEGI (2011), escala 1:250,000. Debido a que los límites políticos municipales, no corresponden con la delimitación de las cuencas hidrológicas, en muchos casos la totalidad del municipio no estaba contenido dentro de una cuenca; en estos casos, se tomó la decisión de considerar la superficie total del municipio, ocasionando un aumento en el área de estudio.

El ICA se estimó a partir de una caracterización a nivel municipal de los sectores agrícola, pecuario y forestal, así como del sector socioeconómico y de los recursos naturales; fueron de



tipo documental y se realizaron a partir de fuentes oficiales. La información se conjuntó en bases de datos, con las cuales se generaron cinco variables: recursos naturales (RN), desarrollo económico (DE), desarrollo de las capacidades humanas (DH), desarrollo tecnológico (DT) y desarrollo de infraestructura. Estas variables, se estimaron a partir de factores, que a su vez fueron conformados con parámetros obtenidos de las caracterizaciones. El Cuadro 1 muestra los distintos parámetros, factores y variables usados para conformar el ICA, así como el peso relativo que se le dio a cada uno de ellos.

Los parámetros utilizados para las variables DE, DH, DT y DI, se obtuvieron de las fuentes oficiales como SIAP, INEGI, CONAFOR, SNIM, CONAPO, CONEVAL. Debido a que la información necesaria para elaborar la variable RN, no se encontraba disponible a nivel municipal, fue necesario estimar los parámetros de diversas maneras:

- Los parámetros de clima se obtuvieron a partir de 335 estaciones meteorológicas de SMN. Usando el ArcGis 9.3, se ubicó el centroide de cada municipio y se identificó la estación meteorológica más cercana al cada uno de ellos. Los parámetros climáticos se consideraron a partir de las estadísticas promedio mensuales, elaboradas con los datos diarios medidos para cada estación, cabe mencionar que solo se utilizaron estaciones con información completa de más de 10 años.
- Los parámetros de suelo, se obtuvieron usando la información contenida en 1,143 perfiles agrologicos realizados por INEGI. Con esta información, se creó el perfil típico para cada subclase de suelo (clasificación UNESCO-FAO) presentes en el área de estudio. Considerando que, la interacción entre suelo y planta, se da en los primeros 10 cm de suelo y que en todas las subunidades, las subsecuentes capas (si existían) se localizaban por debajo de esta profundidad, únicamente se consideraron los valores de la primera capa para calificar las subclases. Posteriormente, debido a que la distribución espacial de las subclases de suelo es independiente a la división política de los municipios, se calificó al municipio ponderando el valor de cada subclase de acuerdo a la superficie que ocupaba de este.
- Los parámetros del recurso agua, dada la poca disponibilidad de información, se obtuvieron por región hidrológica y los valores fueron extrapolados a los municipios. Para esto fue necesario determinar a qué región hidrológica pertenecía cada uno de los municipios del área estudiada realizando una sobre posición de los mapas de municipios de INEGI 2011 y de regiones hidrológicas de CNA 2011, usando el software ArcGIS 9.3. El parámetro de “agua disponible per cápita”, que es el cociente del agua renovable en  $\text{hm}^3 \text{ año}^{-1}$  (escurrimiento natural medio total más la recarga media total de acuíferos), entre la población total de la región hidrológica; y la “presión sobre el recurso hídrico”, es el cociente del volumen concesionado (suma de todos los usos consuntivos del agua), entre el agua renovable en  $\text{hm}^3 \text{ año}^{-1}$ .





Cuadro 1.- Conformación de las variables que integran el ICA

Variables [peso para ICA]	Factor [peso para conformar variable]	Parámetros [peso para conformar factor]			
RN [20%]	Clima [30%]	Temperatura promedio (°C) [33%] Precipitación pluvial (mm) [33%] Radiación solar (MJ m <sup>-2</sup> ) [33%]			
	Suelo [40%]	Profundidad (cm) [30%] Textura (% de arcilla, limo y arena) [15%] pH [15%] Contenido de materia orgánica (%) [15%] Pendiente del terreno (%) [25%]			
	Agua [30%]	Agua disponible per cápita (m <sup>3</sup> hab <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> ) [50%] Presión sobre el recurso hídrico (%) [50%]			
DE [20%]	Producto interno bruto (PIB) [50%]				
	Grado de marginación [25%]				
	Porcentaje de pobreza [25%]				
DH [20%]	Proporción de géneros [20%]				
	Proporción de edades [30%]				
	Nivel de educación [50%]	Grado de escolaridad promedio [50%] Porcentaje de profesionistas [30%] Tasa de alfabetización [20%]			
DT [20%]	Agrícola [40%]	Proporción de superficie temporal-riego [25%] Tipo de riego [10%] Tipo de tracción [15%] Fertilización [15%] Uso de Semilla mejorada [15%] Uso de Herbicidas [10%] Uso de insecticidas [10%]			
		Pecuario [40%]	Uso de bovinos mejorados [10%] Sistema de producción de bovinos [10%] Tipo de sistemas de producción [20%] Sanidad animal [20%] Uso de suplementos alimenticios [5%] Tecnología de reproducción [15%] Sales Minerales [5%] Asistencia técnica [8%] Programa de mejoramiento genético [7%]		
			Forestal [20%]	Superficie reforestada [10%] Manejo (herbicidas e insecticidas) [20%] Aclareo [15%] Selección de árboles para corte [15%] Control de incendios [20%] Asistencia técnica [15%] Otra tecnología [5%]	
				Agrícola [40%]	Riego [30%] Instalaciones postcosecha [10%] Medios de transporte [10%] Centros de comercialización [10%] Uso de tractor [20%] Otras [20%]
					Pecuario [40%]



	Instalaciones para manejo de ganado bovino [30%]
	Instalaciones para manejo de ganado porcino [20%]
	Instalaciones para manejo de ganado aviar [20%]
Forestal [20%]	Presencia de instalaciones forestales (aserraderos, secadora de madera, vivero forestal, otra) [100%]

Una vez identificados todos los parámetros necesarios para elaborar las cinco variables, se les asignó una calificación de forma arbitraria considerando el universo muestral, entre 1 y 10, de acuerdo a la capacidad que tienen para coadyuvar a la producción de los sectores agrícola, pecuaria y forestal. Los Cuadros 2, 3 y 4 muestran los intervalos en los valores obtenidos y las calificaciones asignadas a cada uno de esos intervalos para cada parámetro de las variables RN, DE y DH, respectivamente.

Los parámetros usados para conformar las variables desarrollo tecnológico y de infraestructura, se clasificaron del 1 al 10 de acuerdo a la proporción en porcentaje de unidades de producción que presentaban cada uno de los elementos tecnológicos y de infraestructura correspondientes. Posteriormente se calculó el valor de cada una de las cinco variables y se estimó el valor del ICA para cada municipio usado la fórmula:

$$ICA = (RN + DE + DH + DT + DI) / 50$$

Finalmente, se clasificaron los municipios de acuerdo al ICA en tres niveles: alto: 0.51 - 1.00; medio: 0.21 - 0.50 y bajo: 0.01 - 0.20.

Cuadro 2.- Calificación de los parámetros usados para conformar la variable RN.

Parámetros	Valores	Calificación
Temperatura promedio (°C)	9-18 ó 28-30	2.5
	18-22 ó 27-28	5
	22-24 ó 26-28	7.5
	24-26	10
Precipitación pluvial (mm)	300-500	2.5
	500-1,000	5
	1,000-1,500	7.5
	1,500-6,000	10
Radiación solar (MJ m <sup>-2</sup> ciclo <sup>-1</sup> )	2,000-3,000	7.5
	3,000-4,500	10
Profundidad (cm)	7-30	2.5
	30-50	5
	50-70	7.5
	70-320	10
Textura (% de arcilla, limo y arena)	Arcilla, arena	3
	Arcillo limoso, arcillo arenoso y arenoso franco	6
	Franco arcillo limoso, franco arcilloso, franco arcillo arenoso, franco arenoso	8
	Franco, franco limoso y limo	10
Contenido de materia orgánica (%)	0.1-2.0	3
	2.0-4.0	7
	4.0-40	10
pH	8.5-10.5	2
	4.0-5.0	4



	5.0-6.0	6
	6.0-6.5 ó 7.5-8.5	8
	6.5-7.5	10
Pendiente del terreno (%)	>30	2
	15-30	4
	8-15	6
	3-8	8
	0-3	10
Agua disponible per cápita (m <sup>3</sup> hab <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	1,900-22,400	10
Presión sobre el recurso hídrico (%)	10.0-50.0	4
	5.0-10.0	8
	1.4-5.0	10

Cuadro 3.- Calificación de los parámetros usados para conformar la variable desarrollo económico.

Parámetros	Valores	Calificación
Producto interno bruto (dólares año <sup>-1</sup> )	1,467-3,247	2
	3,247-6,494	4
	6,494-9,741	6
	9,741-12,988	8
	12,988-16,235	10
Grado de marginación	Muy bajo	2
	Bajo	4
	Medio	6
	Alto	8
	Muy alto	10
Pobreza (%)	80-100	2
	60-80	4
	40-60	6
	20-40	8
	0-20	10

Cuadro 4.- Calificación de los parámetros usados para conformar la variable desarrollo humano.

Parámetros	Valores	Calificación
Proporción de géneros (número de hombres número de mujeres <sup>-1</sup> )	0.61-0.71 ó 1.21- 1.40	4
	0.71-0.80 ó 1.21-1.30	6
	0.81-0.90 ó 1.10-1.20	8
	0.91-1.10	10
Proporción de edades	< 5 años	2
	> 60 años	4
	6-14 años	6
	25-59 años	8
	15-24 años	10
Grado de escolaridad promedio	1	1
	2	2
	3	3
	4	4
	5	5
	6	6
	7	7
	8	8
	9	9
	10	10
Profesionistas	0.00-0.05	2

(%)	0.06-0.10	4
	0.11-0.15	6
	0.16-0.20	8
	0.21-0.25	10
Tasa de alfabetización	73-80	2.5
	81-87	5
	88-94	7.5
	95-100	10

## RESULTADOS

Se encontró que 255 municipios (4, 196,677 ha) tienen una capacidad de adaptación baja, 350 municipios (22,030,402 ha) una capacidad de adaptación media y 19 municipios (2,242,134 ha) una capacidad de adaptación alta. En términos de porcentaje, el 40% de la superficie tiene baja capacidad de adaptación al cambio climático, 56% capacidad media y solo el 3% presentan una capacidad de adaptación alta (Figura 1).

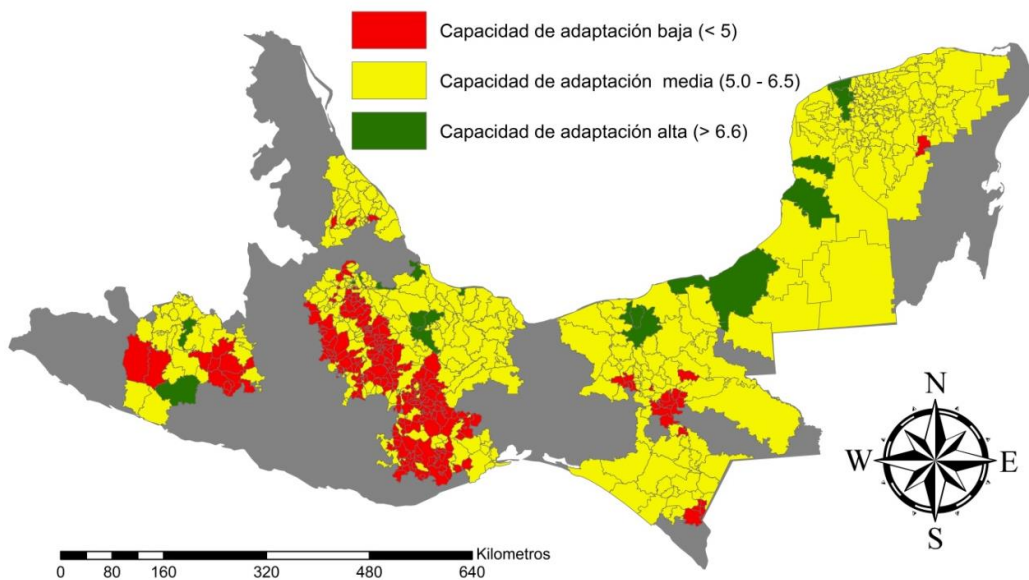


Figura 1. Índice de Capacidad de Adaptación (ICA) de los municipios de ocho cuencas representativas del sur-sureste de México.

El Cuadro 5 muestra la superficie en porcentaje y el número de municipios de cada una de las cuencas clasificada de acuerdo a su capacidad de adaptación, como se puede apreciar las cuencas de Balsas Mezcala y Papaloapan son las que presentan mayor porcentaje de superficie con capacidad de adaptación baja, Papaloapan es también la que posee un mayor número de municipios dentro de esta clase; en el extremo contrario se encuentra la cuenca de Términos donde el 19% de su superficie presenta capacidad de adaptación alta, sin embargo toda esta superficie corresponde a un solo municipio.



**Cuadro 5. Superficie en porcentaje y número de municipios de cada cuenca clasificados por su capacidad de adaptación al cambio climático.**

Cuenca	Superficie con capacidad de adaptación baja en porcentaje (número de municipios)	Superficie con capacidad de adaptación media en porcentaje (número de municipios)	Superficie con capacidad de adaptación alta en porcentaje (número de municipios)	Total en haX1000 (número de municipios)
Balsas Mezcala	36 %(13)	54 %(21)	10 %(2)	2,665(36)
Grijalva Concordia	5 %(6)	95 %(22)	0 %(0)	2,221(28)
Grijalva Villahermosa	6 %(21)	88 %(38)	6 %(3)	4,549(62)
Nautla	4 %(5)	96 %(30)	0 %(0)	982(35)
Papaloapan	31 %(152)	65 %(115)	4 %(8)	6,087(275)
Tehuantepec	73 %(55)	27 %(13)	0 %(0)	1,129(68)
Términos	0 %(0)	81 %(6)	19 %(1)	4,547(7)
Yucatán	2 %(3)	89 %(105)	9 %(5)	6,289(113)

## CONCLUSIONES

Como se puede apreciar, la mayoría de los municipios con nivel de ICA bajo se encuentran en lugares serranos, mientras que los municipios con un nivel alto de ICA se encuentran en municipios extensos y/o con grandes ciudades, esto se debe principalmente a que presentan un DE alto, lo que se traduce en un mayor ICA. Dado que muy pocos municipios presentan un ICA alto, se recomienda que se tomen medidas en aras de incrementarlo y con esto hacer frente a los retos que plantea el cambio climático.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adger, W. N., S. Agrawala, M. M. Q. Mirza, C. Conde, K. O'Brien, J. Pulhin, R. Pulwarty, B. Smit, K. Takahashi, 2007. Assessment of adaptation practices, options, constraints and capacity. *Climate Change 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Parry, M. L., O.F. Canziani, J. P. Plutikof, P.J. van der Linden and C. E. Hanson, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK, p717-743.
- Easterling, W. E., P.K. Aggarwal, P. Batima, K. M. Brander, L. Erda, S. M. Howden, A. Kirilenko, J. Morton, J.-F. Soussana, J. Schmidhuber and F. N. Tubiell, 2007. Food, fibre and forest products. *Climate Change 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Parry, M. L., O.F. Canziani, J. P. Plutikof, P.J. van der Linden and C. E. Hanson, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK, p273-313.
- Meehl, G. A., T. F. Stocker, W.D. Collins, P. Friedlingstein, A. T. Gaye, J. M. Gregory, A. Kitoh. R. Kanutti, J. M. Murphy, A. Noda, S. C. B. Raper, I. G. Watterson, A. J. Weaver, A.-C. Zhao, 2007. Global Climate Projections. In: *Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller (Eds). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. P.747-845.
- Smit, B., O. Pilifosova. 2001. Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity. In: *Climate Change 2001. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the*



Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, p877-912.

Solomon, S., D. Qin, M. Manning, R. B. Alley, T. Berntsen, N. L. Bindoff, Z. Chen, A. Chidthaisong, J. M. Gregory, G. C. Hegerl, M. Heimann, B. Hewitson, B. J. Hoskins, F. Joos, J. Jouzel, V. Kattsov, U. Lohmann, T. Matsuno, M. Molina, N. Nicholls, J. Overpeck, G. Raga, V. Ramaswamy, J. Ren, M. Rusticucci, R. Somerville, T. F. Stocker, P. Whetton, R. A. Wood and D. Wratt 2007. Technical Summary. In: Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller (eds). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. P.19-91.



## CARACTERIZACIÓN DE LAS LLUVIAS EXTREMAS Y RIESGO DE INUNDACIÓN EN SEIS LOCALIDADES DEL ESTADO DE TABASCO

Reyes F. O<sup>1(\*)</sup>, Oyosa C. E. M<sup>1</sup>, Pérez A. L. P.<sup>1</sup>, Tinal O. S.<sup>1</sup>, Izquierdo H. J.<sup>1</sup>, Arrieta R. A.<sup>2</sup>, Rivera H. B.<sup>2</sup>, Juárez LJ<sup>1</sup>, Aceves N. L. A.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, Apartado Postal 24, H. Cárdenas, 86500, Tabasco, México. Contactos: omar.reyes@colpos.mx y laceves@colpos.mx.

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico de la Zona Olmeca; Prol. Ignacio Zaragoza S/N, Villa Ocuilzapotlán, Centro, Tabasco, México.

<sup>3</sup> Universidad Popular de la Chontalpa, Carretera Cárdenas-Huimanguillo, km 2.0, R/a Pazo y Playa, Cárdenas, Tabasco.

T-109

### RESUMEN

Para dar respuesta a que tan frecuente es que pueda ocurrir una cantidad de precipitación que pueda ocasionar inundación y cuál es la magnitud de la misma, se hace necesario caracterizar las lluvias extremas de esa localidad. Para caracterizar las lluvias extremas de cualquier localidad se recomiendan registros diarios de precipitación de al menos 30 años y ajustarles un modelo probabilístico que permita calcular que tan probable es que ocurra una determinada cantidad de lluvia en un solo día y cuál sería su periodo de retorno o cada cuantos años se puede repetir ese mismo fenómeno. En el presente trabajo se seleccionaron seis localidades del estado de Tabasco con registros diarios de precipitación entre 37 a 60 años. Para cada año se identificó aquella precipitación que fue la más alta en el año (precipitación máxima en 24 horas). Al conjunto de precipitaciones máximas de una misma localidad se les ajustó un modelo probabilístico de eventos extremos. En el presente estudio se utilizó la función probabilística de Gumbel y se determinó el grado de ajuste a dichos datos. Posteriormente se determinó para cada localidad, el periodo de retorno de diferentes cantidades de lluvia; caracterizando con ello las lluvias extremas de cada localidad. Los resultados muestran que la función Gumbel ajustó muy bien a los datos observados con coeficientes de determinación ( $R^2$ ) superiores a 0.98 en todas las seis localidades selectas.

**Palabras clave:** Lluvias extremas, periodo de retorno, inundación, Gumbel, Tabasco.

### INTRODUCCIÓN

En la literatura se han reportado diferentes definiciones para caracterizar un evento extremo de precipitación. Por ejemplo Charles (2000) los divide en tres tipos: un evento extremo de Tipo I ocurre cuando la suma de cinco días de precipitación total excede al 5% de la media anual. A los eventos de Tipo II y III, los define como la suma de la precipitación total durante cinco días que excede el 10 y 15 % de la media anual, respectivamente. Otros autores mencionan que para cualquier estación meteorológica dada, un evento extremo es cuando el 20% o más de la estacionalidad climática total de una localidad, cae en un día (Carvalho *et al.*, 2002). Comúnmente, el análisis de frecuencia de precipitaciones extremas y la ejecución de inferencias, son realizados mediante la aplicación de distribuciones estadísticas de valores máximos, donde la función Gumbel conocida como distribución doble exponencial, primera asíntota de Fisher-Tippet o función de distribución biparamétrica, es la más empleada (Garrido, 1992; Koutsoyiannis, 2003). Son numerosos los trabajos en los que se ha utilizado dicha distribución y en ocasiones muy ambiciosos en cuanto a cobertura territorial y variables de eventos extremos. En este sentido, cabe destacar que diversos autores indican que en la deducción de la función de probabilidad de Gumbel, se admite fundamentalmente que las observaciones de donde se toma el máximo, son muy numerosas e independientes y que se distribuyen de acuerdo con una distribución de tipo exponencial (Simiu *et al.*, 2001 y Garrido,

1992). El Periodo de Retorno de cualquier evento extremo (lluvias torrenciales, escurrimientos extremos, temperaturas extremas, huracanes, etc.), se define como el lapso o número de años que en promedio, se cree que será igualado o excedido, es decir, es la frecuencia con la que se presenta un evento (Méllice y Reason, 2007). El grado de magnitud de un fenómeno extremo está relacionado de forma inversa con su frecuencia de ocurrencia, las precipitaciones muy intensas ocurren con una frecuencia menor que las moderadas o débiles. Siguiendo la propuesta de Houghton *et al.* (2001), se entiende como evento extremos aquel evento raro dentro de una distribución de frecuencias de un parámetro meteorológico (en este caso, la precipitación) registrado en un sitio en particular (estación meteorológica).

### Objetivo

El objetivo del presente trabajo fue: 1) determinar la probabilidad de valores extremos de precipitación (24 horas) mediante el ajuste de la función Gumbel para seis localidades selectas del estado de Tabasco. 2) Determinar el correspondiente periodo de retorno para una precipitación de excedencia de 150, 200, 250, 300 y 350 mm en cada localidad. Precipitaciones que por su magnitud e intensidad son muy factibles de ocasionar inundaciones.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se obtuvieron datos de precipitación diaria para periodos de registro mayor a 30 años, de seis estaciones meteorológicas del estado de Tabasco, cuyas coordenadas y duración de registro se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Coordenadas y duración del registro de las seis estaciones meteorológicas selectas del estado de Tabasco, México.

Municipio	Estación	Latitud(*)	Longitud(*)	Altitud (m)	Registro (años)
Cárdenas	Cárdenas	17° 59'59.22"	93° 22'59.94"	21	50
Centla	Tres Brazos	18° 24'10.80"	92° 38'06.00"	30	50
Jalapa	Jalapa	17° 43'59.23"	92° 48'43.22"	193	37
Macuspana	Macuspana	17° 45'47.23"	93° 23'05.93"	68	60
Tacotalpa	Dos Patrias	17° 47'29.24"	91° 09'30.27"	60	49
Tenosique	Boca del Cerro	17° 59'47.20"	92° 55'42.01"	100	58

(\*) La latitud Norte es positiva y la longitud Oeste es negativa.

Debido a que la función de Gumbel considera de origen una fuente de observaciones numerosas, se tomó en cuenta que las estaciones meteorológicas selectas tuvieran más de 30 años de datos históricos. Como se observa en el Cuadro 1, los registros diarios de precipitación van de 37 hasta 60 años. Estos registros se obtuvieron de la base de datos reportados por el IMTA, (2009) en el programa Eric III, v.2. De esta base de datos se extrajo la precipitación máxima en 24 horas para cada mes y la máxima de cada año.

La función de probabilidad de Gumbel queda definida por la siguiente expresión (1) (Adeyemi y Ojo, 2003):

(1)

$$F(X) = P[\varepsilon \leq X] = e^{-e^{-d(x-u)}}$$

≃ ecuación (2):

con  $-\infty \leq x \leq \infty$

$$x = u - \frac{\ln(-\ln(F(X)))}{d}$$

(2)





Posteriormente se calculan los parámetros  $d$  y  $u$  para cada estación, utilizando las siguientes ecuaciones (3) y (4):

$$u = x - 0.450047 \cdot \sigma \quad (3)$$

$$1/d = 0.779696 \cdot \sigma \quad (4)$$

Donde:

$x$  = Media aritmética de la serie de datos de lluvias torrenciales

$\sigma$  = Desviación estándar de la serie de datos.

Determinación de la Probabilidad

En este trabajo se consideró como periodo de retorno al intervalo de recurrencia de un determinado valor extremo o al intervalo medio ( $T$ ) entre dos sucesos que igualan o superan el valor extremo considerado y se expresa en años (5) (Gutiérrez *et al.*, 2011). La probabilidad de excedencia es la probabilidad de que un evento de una determinada magnitud sea igualado o excedido en cualquier año. La probabilidad de excedencia se define por la siguiente expresión (5) (Gutiérrez *et al.*, 2011).

$$T = \frac{1}{P_o}$$

(5)

Dónde:  $T$  = Periodo de retorno en años,  $P_o$  = Probabilidad empírica u observada;

La función  $F(X)$  asume que la variable  $x$  (aleatoria) tome un valor igual o inferior a un valor dado, como se muestra en la siguiente expresión:

$$F(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = P(x \leq X) = 1 - \frac{1}{T} \quad (6)$$

La probabilidad de excedencia se define por la siguiente expresión (Gutiérrez *et al.*, 2011):

$$P(x > X) = 1 - F(X) = \frac{1}{T} \quad (7)$$

Para el cálculo de los valores extremos se tomaron los valores de la máxima precipitación que ocurrió en el año y para todo el periodo del registro de datos.

A fin de obtener las probabilidades de excedencia se realizó lo siguiente:

1. Se registró en que mes ocurrió la precipitación máxima del año en cuestión.
2. Se determinó cual fue el mes en el que con mayor frecuencia ocurrió la precipitación máxima en el año.
3. Se obtuvo la precipitación máxima en 24 horas de cada año.
4. Se ordenaron los valores de la precipitación máxima del mayor al menor, a fin de que la probabilidad obtenida fuese de excedencia.
5. Se obtuvo la probabilidad de excedencia empírica ( $P_o$ ) de los datos observados mediante la siguiente ecuación de Weibull (Ahmad *et al.*, 2012) que se recomienda para más de 30 datos:

$$P_o = \frac{M}{N+1} \quad (8)$$

Dónde:  $P_o$  = Probabilidad empírica u observada;  $M$  = Número de orden y  $N$  = Número total de observaciones.

6. Se calculó la probabilidad de excedencia mediante la ecuación de Gumbel ( $P_c$ ) que se aplica a valores extremos (ecuación 1).
7. Se compararon los valores observados y los calculados mediante regresión, para determinar si el modelo de Gumbel ajustaba con la realidad.
8. Verificado el buen ajuste de la función Gumbel, se determinó el periodo de retorno ( $T$ ) mediante la ecuación (5):

9. Se determinó el periodo de retorno para eventos extremos de precipitación en 24 horas de 150, 200, 250, 300 y 350 mm para cada una de las seis localidades selectas; asumiendo que precipitaciones iguales o superiores a 150 mm ya ocasionan problemas de inundación.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A manera de ejemplificar los resultados obtenidos en las seis localidades selectas, se muestran gráficamente solo los resultados de la estación meteorológica de Macuspana. Los resultados correspondientes a las otras cinco localidades restantes, se muestran en los cuadros, ya que su comportamiento fue muy similar, y solo difieren en sus valores específicos. En la Figura 1 se muestra la distribución probabilística acumulada de la precipitación máxima en 24 horas para la estación meteorológica de Macuspana, para el periodo de 1948 al 2007. En esta figura se puede apreciar precipitaciones extremas de al menos 100 mm en un solo día con una probabilidad superior a 0.80. Es decir, que de cada 10 años en al menos 8 ocurrirían precipitaciones iguales o mayores a 100 mm. De similar manera, la gráfica de la Figura 1 muestra que precipitaciones iguales o mayores a 150 mm tienen una probabilidad cercana al 0.30. Es decir, que en uno de cada 3 años ocurrirían precipitaciones iguales o mayores a esa cantidad. En términos de inundación implica que cada 3 años hay una posibilidad de que se inunde Macuspana. Mientras mayor sea la precipitación extrema, más severa será la inundación y menos probable será que ocurra. Así, precipitaciones iguales o superiores a 200 mm en 24 horas tienen una probabilidad del 0.07. Esto significa que Macuspana se puede inundar con una precipitación de esa magnitud 7 de cada 100 años; equivalente a casi 2 inundaciones de esa magnitud cada 25 años.

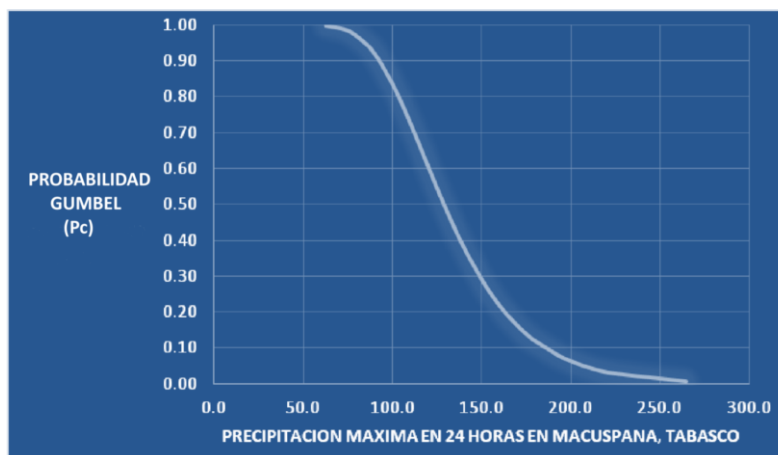


Figura 1. Distribución de la función probabilística acumulada de Gumbel para precipitación máxima en 24 horas para Macuspana, Tabasco.

En la Figura 2 se muestra la relación existente entre de la probabilidad calculada por la función de Gumbel y la probabilidad empírica u observada. Se puede notar que tiene un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 0.98; lo que indica que el modelo de Gumbel explica las variaciones del fenómeno en más del 98 %. Además indica que dicho el modelo utilizado mostró muy buen ajuste.

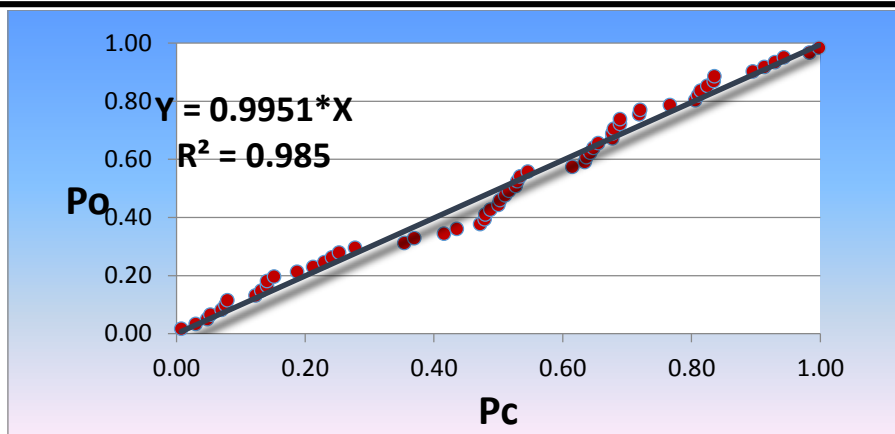


Figura 2. Relación entre la probabilidad calculada con el modelo de Gumbel ( $P_c$ ) y la probabilidad empírica u observada ( $P_o$ ), para la estación meteorológica de Macuspana, Tabasco.

Las ecuaciones de regresión y su correspondiente coeficiente de determinación para las estaciones selectas del estado de Tabasco se muestran en el siguiente Cuadro 2.

Cuadro 2. Ecuaciones de regresión y coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de la relación entre la probabilidad calculada (Gumbel) y la probabilidad observada (empírica) para precipitaciones de excedencia máximas en 24 horas para las seis localidades selectas del estado de Tabasco.

Estación Meteorológica	Ecuación de regresión	$R^2$
Macuspana, Macuspana	$Y = 0.9951*X$	0.985
Jalapa, Jalapa	$Y = 1.0250*X$	0.982
Dos patrias, Tacotalpa	$Y = 0.9740*X$	0.979
Boca del Cerro, Tenosique	$Y = 0.9955*X$	0.996
Tres Brazos, Centla	$Y = 0.9900*X$	0.984
Cárdenas, Cárdenas	$Y = 0.9867*X$	0.991

En el Cuadro 2, se hace notorio que la relación entre la probabilidad observada de las precipitaciones extremas en 24 horas y la calculada con el modelo de Gumbel fue lineal en todos los casos ( $Y = a + b*X$ ) y que lo único que varía entre localidades son los valores específicos del coeficiente de regresión ( $b$ ) de la ecuación lineal, ya que la ordenada al origen, el coeficiente ( $a$ ) es igual a cero y por eso no aparece en la ecuación. También se hace notorio que los coeficientes de determinación de las ecuaciones resultantes fue superior a 0.979 indicando así que el modelo de Gumbel ajustó muy bien en todos los casos. En la Figura 3 se muestra la frecuencia con que pudiera ocurrir una precipitación extrema en 24 horas de al menos 150, 200, 250, 300 y 350 mm, en Macuspana, Tabasco. Se observa en la misma Figura 3, que las frecuencias son cada 3, 16, 81, 419 y 2,158 años respectivamente.

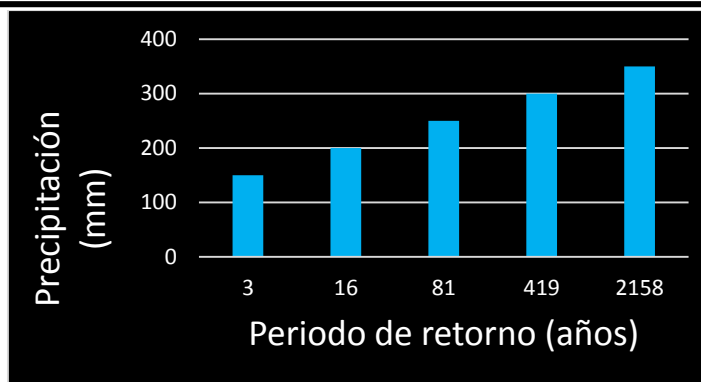


Figura 3. Tasa de retorno para 150, 200, 250, 300 y 350 mm en el área de influencia de Macuspana, Tabasco.

Los periodos de retorno para diferentes precipitaciones máximas en 24 horas, para las seis estaciones meteorológicas selectas del estado de Tabasco, se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Años de los periodos de retorno a diferentes precipitaciones de excedencia máximas en 24 horas, para las seis localidades estudiadas del estado de Tabasco.

Precipitación máxima en 24 horas (mm)	Estaciones Meteorológicas					
	Macuspana	Jalapa	Dos Patrias	Boca Cerro	del Tres Brazos	Cárdenas
100	1	1	1	1	1	1
150	3	2	3	4	7	3
200	16	10	6	22	34	7
250	81	49	14	109	177	21
300	419	250	33	549	907	66
350	2,158	1,262	77	2,762	4,653	210

Los periodos de retorno; que se muestran en el Cuadro 3, indican la periodicidad de ocurrencia de lluvias iguales o mayores a una cantidad determinada. Así, por ejemplo, precipitaciones en 24 horas iguales o mayores a 300 mm se presentarán cada 33 años en Dos Patrias, Tacotalpa, cada 66 años en Cárdenas y cada 907 años en Tres Brazos, Centla. Es importante volver a señalar que a mayor cantidad de precipitación, mayor será el periodo de retorno; es decir, se vuelven poco frecuentes. Pero no significa que no ocurran este año o al año siguiente. Lo que significa es que si ocurre, se esperaría que volviesen a ocurrir después del número de años que le corresponde al periodo de retorno correspondiente. En la Figura 4 se ilustra gráficamente la forma exponencial de la relación entre las precipitaciones máximas en 24 horas y sus correspondientes periodos de retorno, para la estación meteorológica de Macuspana, Tabasco. La ecuación de regresión que se muestra en la Figura 4, es un modelo exponencial de la forma:

$$T = a * \exp(b * X)$$

(9)

Donde:

T = Periodo de retorno (años)

X = Precipitación de excedencia máxima en 24 horas (mm)

Se puede apreciar que, en la Figura 4, que el ajuste es perfecto (R = 1.0). Basta con introducir el valor de la precipitación máxima en 24 horas en la ecuación para obtener el periodo de retorno correspondiente para esa lluvia en Macuspana, Tabasco. También resalta en la Figura 4, la enorme diferencia en el tiempo de recurrencia entre una precipitación de 300 mm y una

de 350 mm, debido al comportamiento exponencial del fenómeno; pues tan solo 50 mm de diferencia hacen una diferencia de 1,739 años, que es un periodo de retorno casi 5 veces mayor al de 300 mm. Lo anterior indica que existe muy poca probabilidad de que en Macuspana ocurran precipitaciones iguales o mayores a 350 mm.

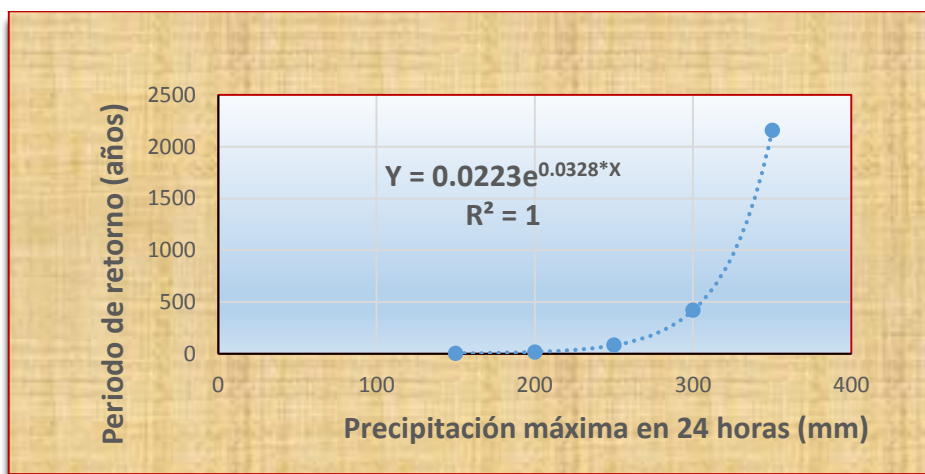


Figura 4. Relación entre la precipitación máxima en 24 horas y su correspondiente periodo de retorno para la localidad de Macuspana, Tabasco.

Los valores de los coeficientes de regresión (a y b) y determinación ( $R^2$ ) para las diferentes localidades selectas se muestran a continuación en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Valores de los coeficientes de regresión y determinación ( $R^2$ ) de la relación entre la precipitación de excedencia máxima en 24 horas y su correspondiente periodo de retorno para las localidades selectas del estado de Tabasco.

Estación Meteorológica	Valor de a	b	$R^2$
Macuspana, Macuspana	0.0223	0.0328	1.0
Jalapa, Jalapa	0.0156	0.0324	1.0
Dos patrias, Tacotalpa	0.0539	0.0231	1.0
Boca del Cerro, Tenosique	0.0336	0.0323	1.0
Tres Brazos, Centla	0.0498	0.0327	1.0
Cárdenas, Cárdenas	0.0781	0.0225	1.0

Nótese en el Cuadro 4 que en todos los caso el ajuste fue perfecto ( $R = 1.0$ ).

Los resultados de este estudio confirman que la cantidad de lluvias torrenciales con alta posibilidad de inundación es mayor a medida que aumenta el periodo de retorno. Aunque la probabilidad de que esas lluvias torrenciales ocurran sea muy baja. Lo cual no significa que no puedan ocurrir. Sino que son muy poco frecuentes.

De acuerdo a los resultados del presente estudio, se afirma que la Función de Gumbel ajustó satisfactoriamente en todos los casos; lo cual resulta consistente con lo señalado por Garrido (1992) y Koutsoyiannis (2003), quienes citan que para valores extremos, esta función es una de las más adecuadas.

## CONCLUSIONES

1. El modelo de Gumbel presentó un muy buen ajuste para el cálculo de las probabilidades y periodos de retorno para valores extremos de precipitación máxima en 24 horas para las seis localidades selectas del estado de Tabasco.



2. Los periodos de retorno calculados indican que para una precipitación igual o mayor a 150 mm en 24 horas, varía entre localidades; los valores son entre 1 a 7 años. Para precipitaciones iguales o mayores a 200 mm fluctúa entre 4 a 34 años y para 300 mm 31 a 907 años.
3. Conocidas esas frecuencias, se tienen las bases para planear y dimensionar las acciones de adaptación (drenaje municipal) para manejar adecuadamente la gestión del riesgo por inundación. Los resultados de este trabajo muestran las frecuencias y los volúmenes de lluvia por ocurrir que deben ser desalojados. Esto ayuda a prever la magnitud del riesgo y el posible impacto de las posibles inundaciones; así como la toma de decisiones oportuna de las medidas pertinentes que reduzcan la vulnerabilidad de la población ante precipitaciones extremas de diferentes magnitudes.

#### LITERATURA CITADA

- Adeyemi, S. and M. O. Ojo. (2003), "A generalization of the Gumbel Distribution", *Kragujevac J. Math.*, no. 25, pp. 19-29.
- Ahmad Shakri Yahaya, Norlida Md. Nor, Nor Ramashikin Mat Jali, Nor Azam Ramli, Fauziah Ahmad and Ahmad Zia Ul-Saufie. (2012). Determination of the Probability Plotting Position for Type I Extreme Value Distribution. *Journal of Applied Sciences* 12(14): 1501-1506.
- Carvalho, L. M. V., Ch. Jones and B. Liebmann (2002), "Extreme precipitation events in Southeastern South America and large-scale convective patterns in the South Atlantic Convergence Zone", *Journal of Climate*, no. 15, pp. 2377-2394.
- Charles, J. (2000), "Occurrence of extreme precipitation events in California and relationships with the Madden-Julian Oscillation", *Journal of Climate*, no. 15, pp. 3576-3587.
- Garrido, A. R. (1992), Limitaciones de la Distribución de Gumbel en la valoración del riesgo de lluvias fuertes: caso de un observatorio del litoral Mediterráneo.
- Gutiérrez, L. J., Vargas, T. V., Romero, R. M., Plácido, de la C. R. M., M. J. Aguirre, B. M.J. y Silva, E. H.T. 2011. Periodos de retorno de lluvias torrenciales para el estado de Tamaulipas, México. *Boletín del Instituto de Geografía UNAM* 76: 20-33.
- IMTA. (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). ERIC III v. 2. 2009. Extractor Rápido de Información Climatológica.
- Koutsoyiannis, D. (2003), "On the appropriateness of the Gumbel Distribution in modeling extreme rainfall", *Proceedings of the ESF LESC Exploratory Workshop held at Bologna, Italy, October 24-25*, pp. 303-319.
- Simiua, E., N. A. Heckert, J. J. Filliben and S. K. Johnson (2001), "Extreme wind load estimates based on the Gumbel distribution of dynamic pressures: an assessment", *Structural Safety*, no. 23, pp. 221-229.
- Mélice, J. L. and C. J. C. Reason (2007), "Return period of extreme rainfall at George, South Africa", *South African Journal of Science*, vol. 103, nos. 11-12, pp. 499-501.



## CAMBIO CLIMÁTICO LOCAL: TENDENCIAS EN EL ESTADO DE TABASCO DURANTE EL PERIODO 1961-2010

Méndez A.J.M.<sup>1</sup>, Ramos A.C.<sup>1</sup>, Torres L.J.<sup>1</sup>, Arrieta R.A.<sup>2</sup>, Rivera H.B.<sup>3 (\*)</sup>, Juárez L.J.F.<sup>1</sup>, Aceves N.L.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, Apartado Postal 24, H. Cárdenas, 86500, Tabasco, México. Contacto: brivera@colpos.mx y laceves@colpos.mx

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico de la Zona Olmeca; Prol. Ignacio Zaragoza S/N, Villa Ocuilzapotlán, Centro, Tabasco, México.

<sup>3</sup> Universidad Popular de la Chontalpa, Carretera Cárdenas-Huimanguillo, km 2.0, R/a Pazo y Playa, Cárdenas, Tabasco.

T-110

### RESUMEN

Los científicos han llegado al consenso de que las actividades humanas han alterado de manera directa o indirecta la composición química de la atmósfera, que agregada a la variabilidad climática natural, han provocado un calentamiento global que se evidencia primordialmente en un incremento en la temperatura promedio mundial, incrementos en el nivel del mar y derretimiento de los polos y glaciares. Estos cambios están afectando a numerosos sistemas naturales a nivel regional. Proyecciones de diversos escenarios este cambio en las temperaturas promedio anuales mundiales esperadas a fines del siglo XXI varían desde 1.1 a 5.4 °C para los escenarios más y menos favorables respectivamente. Estos mismos escenarios han generado mapas de los incrementos y/o decrementos porcentuales posibles de la precipitación total anual de la precipitación para diferentes regiones del mundo. Modelos ensamblados de Circulación General de la Atmósfera y Océano Acoplados a nivel regional y para diferentes escenarios, indican que para finales del presente siglo, en el estado de Tabasco la temperatura puede incrementarse desde 1.0 a 3.8 °C y que la precipitación total anual puede reducirse hasta 14.4 %. Eso es lo que los modelos a escala regional reportan. Poco o nada se ha investigado con datos observados a nivel regional para comparar esos escenarios con lo que ha ocurrido en la realidad. Así, el objetivo del presente estudio fue determinar si los datos meteorológicos durante el periodo de 1961 a 2010 registran alguna tendencia de cambio en la temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura media y la precipitación y con ello determinar el sentido y magnitud del cambio a nivel regional y estatal. Los resultados que se muestran en las gráficas y cuadros del presente estudio indican que durante el periodo de tiempo estudiado, sí existe evidencia de cambio respecto al tiempo para las variables analizadas. Además se encontró que las tendencias de cambio no son uniformes, sino contradictorias para las diferentes variables y localidades estudiadas. En unas localidades el cambio de una misma variable es positivo y en otras, es negativo. A nivel estatal, la temperatura media anual se ha incrementado en 0.9 °C durante el periodo estudiado, con fluctuaciones de - 0.6 °C a + 2.5 °C entre regiones del estado. Asimismo, para el mismo periodo, se tuvo un incremento en la anomalía de la precipitación total promedio anual del 0.5 % con fluctuaciones entre regiones del estado de - 12.1 % a + 10.2 %.

**Palabras clave:** Cambio climático, Tabasco.

### INTRODUCCIÓN

Los cambios en el sistema climático global han ocurrido durante toda la historia del planeta a partir de los primeros miles de millones de años de formación, dichas modificaciones se han presentado por causas naturales que incluyen: cambios en la órbita terrestre, alteraciones en la excentricidad del planeta, actividad volcánica intensa e impactos de meteoritos (Rivera, 1999). El panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés),



estableció que el calentamiento global es un hecho. Tanto en la temperatura del aire, como la de los océanos, así como en el derretimiento de nieve y hielo, como en la elevación del nivel medio del mar a nivel global (IPPC, 2007). Según éste panel, hoy hay una confianza del 90 % de que el calentamiento global observado es debido al aumento de gases de efecto invernadero de origen antropogénico y que el incremento de la temperatura global ha sido de 0.74 °C en los últimos 100 años (IPPC, 2007). Este incremento en la temperatura promedio global incluye posibles aumentos en la intensidad de los ciclones tropicales, ondas de calor e intensidad y frecuencia de eventos hidrometeorológicos extremos como sequías y lluvias torrenciales. El Instituto Nacional de Ecología (INE) hoy Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), al analizar las consecuencias que el calentamiento global pudiera causar a nivel local y regional, se dio a la tarea de generar escenarios de cambio climático a nivel regional para diferentes escenarios y horizontes de tiempo, generando mapas de la república mexicana de las anomalías para temperatura y precipitación, para los horizontes 2020, 2050 y 2080 (Conde y Gay, 2008). Para realizar lo anterior, utilizaron 23 Modelos ensamblados de Circulación General de la Atmósfera y Océano Acoplados (AOGCM`s) que toman en consideración los factores forzantes que determinan los posibles escenarios futuros económicos y medioambientales. Los factores forzantes son: población, economía, tecnología, energía, uso del suelo y agricultura. Los mapas resultantes de la aplicación de los AOGCM`s muestran que para finales del siglo XXI la temperatura puede incrementarse desde 1.0 a 3.8 °C en el estado de Tabasco para el escenario más favorable y el menos favorable respectivamente. De la misma manera, reportan que para la mayoría del estado la precipitación total anual no cambiaría, excepto en algunas pequeñas áreas costeras con reducciones de hasta el 14.4 %. Estudios sobre la dinámica de las zonas costeras del estado de Tabasco y reportadas en el PEACC del estado de Tabasco, muestran que en diversas secciones de la costa el nivel medio del mar se está incrementando en promedio en 7 mm/año. Con tasas de retroceso que varían entre 1.28 a 6.0 m/año. Es decir el mar está invadiendo los terrenos a esa velocidad media (SERNAPAM, 2011). En la actualidad poco se ha investigado sobre el cambio climático local con datos climatológicos observados que permitan determinar si existe evidencia de cambio en la temperatura y la precipitación a nivel regional y comparar los escenarios propuestos por el INECC con lo que ha ocurrido en la realidad.

### Objetivos

Los objetivos del presente estudio son:

1. Determinar si los datos meteorológicos durante el periodo de 1961 a 2010 registran alguna tendencia de cambio en la temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura media, la oscilación térmica y la precipitación
2. De existir el cambio, determinar el sentido y magnitud del mismo a nivel regional y estatal.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio: Geográficamente Tabasco está ubicado en la Región Sureste de la República Mexicana entre las latitudes 18° 38' y 17° 15' N y las longitudes 90° 38' 94° 07' W. Limita al norte con el Golfo de México, al sur con el Estado de Chiapas, a oeste con el Estado de Veracruz, al noreste con el Estado de Campeche y al sureste con Guatemala. Consta de una superficie de 24 751 km<sup>2</sup> integrada por 17 municipios que conforman cinco regiones: la Chontalpa (que incluye a los municipios de Huimanguillo, Cárdenas, Comalcalco, Paraíso, Cunduacán), la Sierra (que incluye los municipios de Teapa, Tacotalpa y Jalapa), los Pantanos (Macuspana, Jonuta y Centla) los Ríos (formada por los municipios de Balancán, Tenosique y Emiliano Zapata,) y el Centro (formado por los municipios de Nacajuca, Jalpa de Méndez y la Ciudad de Villahermosa) (INEGI, 2013).

Estaciones meteorológicas selectas: Para asegurar la representatividad de los promedios, se utilizaron datos diarios de temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación para un



periodo de 50 años (1961 - 2010) de cinco localidades representativas de cada región. Los datos diarios fueron extraídos de la base de datos contenida en el programa Eric III v.2.0 que cuenta con la información del banco de datos histórico nacional del Servicio Meteorológico Nacional (IMTA, 2009). En el Cuadro 1 se listan las 5 estaciones meteorológicas representativas selectas que se utilizaron para el presente estudio. En ésta Cuadro 1 se detalla la clave de la estación, nombre, latitud, longitud y la elevación sobre el nivel del mar.

Cuadro 1. Clave, nombre, municipio y coordenadas geográficas de las estaciones meteorológicas representativas de cada una de las cinco (5) regiones del Estado de Tabasco.

Clave	Estación	Longitud (o) (Grados, min.)	Latitud (n) (Grados, min.)	Altitud (msnm)
	Cárdenas, Cárdenas (DGE)			
27008	(Región Chontalpa)	-93.384	17.983	21
27040	San Pedro, Balancán (Región de los Ríos)	-91.158	17.792	
27044	Teapa, Teapa (DGE) (Región Sierra)	-92.967	17.567	72
27050	Tres Brazos, Centla (DGE) (Región Pantanos)	-92.635	18.403	30
27054	Villahermosa, Centro (DGE) (Región Centro)	-92.928	17.997	10

**Metodología:** Para el análisis del posible cambio de tendencia en la temperatura y precipitación en las cinco localidades selectas representativas de las cinco regiones del estado de Tabasco se realizaron los siguientes pasos:

1. Se obtuvieron los datos diarios de temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación para el periodo de 1961 al 2010 extrayéndolos del banco de datos del programa Eric III v.2.0 datos (IMTA, 2009) para luego convertirlas a hojas de Excel para su manejo operativo.
2. Para cada año del periodo 1961 a 2010 se obtuvo el promedio anual correspondiente a la temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura media y precipitación total.
3. Se combinaron los resultados de las cinco localidades selectas para obtener un valor promedio estatal para las mismas variables del punto 2 anterior.
4. Se generaron las gráficas correspondientes para éstas variables, respecto a su variación en el tiempo y se les realizó un análisis de regresión para determinar su tendencia y obtener el sentido y la tasa de cambio respecto al tiempo.
5. Con los datos de esas tasas se generaron los cuadros que se muestran y discuten en el cuerpo del presente documento.
6. Por cuestiones de espacio, las gráficas resultantes que se presentan en el cuerpo del presente documento, solo se discuten a nivel estatal.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados a nivel estatal, se utilizaron como ejemplos gráficos de las tendencias para las variables bajo estudio (temperatura máxima, mínima, media y precipitación total anual); mismas que se muestran en las Figuras 1 a la 4. Los datos resultantes para las estaciones representativas de cada una de las cinco regiones del estado y para las tendencias de las mismas variables, se muestran en los Cuadros 2 a la 5.

De acuerdo con los resultados, tanto a nivel estatal como regional, se muestra claramente la existencia de tendencias de cambio para cada una de las variables bajo estudio.

Tendencias de cambio en la temperatura máxima anual.

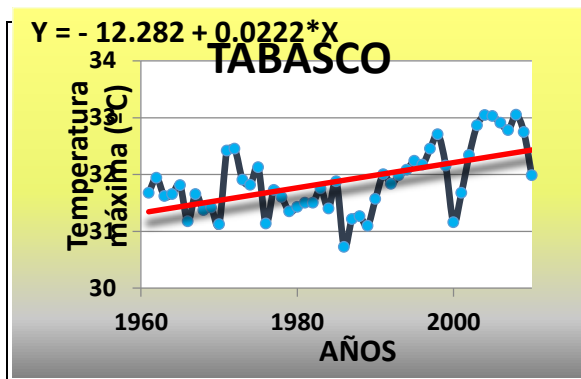


Figura 1. Tendencia de cambio de la temperatura máxima promedio anual en el estado de Tabasco, durante el periodo (1961-2010).

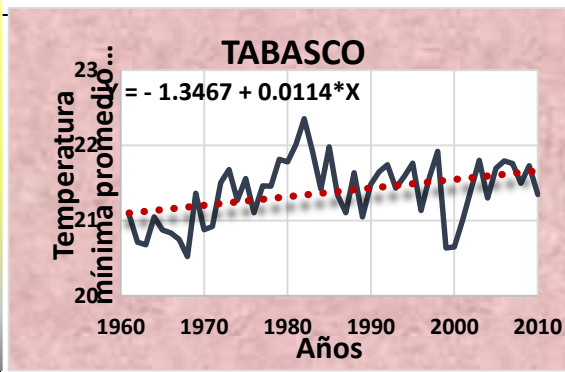


Figura 2. Tendencia de cambio de la temperatura mínima promedio anual en el estado de Tabasco, durante el periodo (1961-2010).

La Figura 1 muestra que durante el periodo de 1961 a 2010 y para el estado de Tabasco, la temperatura máxima anual se incrementó en 0.0222 °C por año, que equivale a un incremento promedio de 1.1 °C en ese periodo de 50 años. De seguir esa tendencia en el futuro, para el año 2050 y para el 2100, se esperarían incrementos en la temperatura máxima de 2.0 °C y 3.1 °C respectivamente. Asimismo, en el Cuadro 2 se puede apreciar que en las cinco regiones ocurrieron tendencias positivas durante el periodo 1961-2010 que van de 0.2 °C para Chontalpa, hasta 3.3 °C, para la de los Ríos.

Cuadro 2. Tendencia de cambio en la temperatura máxima promedio anual en el estado de Tabasco y sus regiones, durante el periodo de 1961 a 2010.

REGIÓN	TENDENCIA <sup>(*)</sup> periodo (1961-2010)
Chontalpa	+ 0.2
Centro	+ 0.3
Sierra	+ 0.8
Pantanos	+ 1.3
de los Ríos	+ 3.3
<b>Promedio estatal</b>	<b>+ 1.1</b>

(\*) En grados centígrados

La regiones que menos incrementaron sus temperaturas máximas fueron Chontalpa con 0.2 °C y Centro con 0.3 °C; mientras que los mayores incrementos ocurrieron en la región de los Pantanos con 1.3 °C y en la de los Ríos con 3.3 °C. Hay que remarcar que los incrementos en éstas dos últimas regiones son muy elevados y significativos, ya que equivalen a los incrementos que los modelos ensamblados han propuesto para la temperatura media para los horizontes del 2050 y 2100 (Conde y Gay, 2008). Es decir, que a nivel local se ha acelerado el proceso de calentamiento en esas dos regiones respecto a la temperatura máxima promedio. También hay que resaltar que los diferentes escenarios mundiales y regionales que se han desarrollado hacen sus estimaciones de incrementos en la temperatura media anual y nada señalan sobre las tendencias de las temperaturas máximas y mínimas promedio anuales. Aunque este incremento depende directamente a su vez de la temperatura máxima y mínima promedio anuales, ya que la temperatura media es solo el promedio de la suma de ambas. A su vez estos escenarios

reportan las anomalías en la precipitación total anual en desviaciones respecto a la media y la expresan en porcentaje (IPPC, 2007).

Cuadro 3. Tendencia de cambio en la temperatura mínima promedio anual en el estado de Tabasco y sus regiones, durante el periodo de 1961 a 2010.

REGIÓN	TENDENCIA <sup>(*)</sup> Periodo (1961-2010)
Chontalpa	+ 0.6
Centro	+ 1.1
<b>Sierra</b>	<b>- 0.2</b>
Pantanos	+ 0.5
de los Ríos	+ 0.8
<b>Promedio estatal</b>	<b>+ 0.6</b>

Tendencias de cambio en la temperatura mínima anual: Referente a la Temperatura mínima promedio anual del estado de Tabasco, se muestra en la Figura 2, que durante el periodo 1961-2010 hubo una tendencia positiva con una tasa de 0.0114 °C por año, equivalente a un incremento de 0.57 °C durante ese periodo. De seguir la misma tendencia, se tendrían incrementos de 1.05 a 1.6 °C para los horizontes 2050 y 2100 respectivamente. Al comparar la Figura 1 y la 2 se hace notorio que en promedio, la temperatura máxima a nivel estatal se ha incrementado casi dos veces más que la temperatura mínima. En el Cuadro 3, se hace evidente que entre regiones, hubo diferencias positivas y negativas respecto a la tendencia de cambio en la temperatura mínima promedio anual. Así, mientras que la región Sierra tuvo una tendencia negativa con un decremento de 0.2 °C, el resto de las regiones tuvieron tendencias positivas cuyos incrementos variaron entre 0.5 °C para Pantanos y 1.1 °C para Centro. Lo anterior significa que las noches se han venido calentando durante el periodo de estudio para esas cuatro regiones. Probablemente el albedo de la Ciudad de Villahermosa y la condición de inundación en la región Pantanos expliquen las diferencias en las tendencias positivas. De igual manera, es posible que la ubicación de la región Sierra explique el enfriamiento que ha ocurrido durante el periodo de estudio. La región de los Ríos tuvo un incremento significativo de casi un grado (0.8 °C), ocupando el segundo lugar en incrementos en la temperatura mínima anual en el estado de Tabasco.

Tendencias de cambio en la temperatura media anual: La Figura 3 muestra que la tendencia en la temperatura media en el estado de Tabasco fue positiva durante el periodo 1961-2010, con un incremento promedio de 0.86 °C. De continuar la misma tendencia, se esperaría que para el año 2050 y 2100 la temperatura promedio se incremente en 1.54 y 2.39 °C respectivamente. Es decir, que para finales de siglo en el estado de Tabasco se esperaría un incremento promedio en la temperatura media de 2.39 °C. El incremento observado en Tabasco, es ligeramente superior al promedio mundial observado de la temperatura promedio mundial según lo reporta el IPCC (2007). Asimismo, los incrementos esperados concuerdan con los mapas resultantes para México de la simulación de 23 modelos ensamblados de Circulación General de la Atmósfera y Océano Acoplados que reportan Conde y Gay, (2008). Esos resultados indican que para el año 2050 y para el estado de Tabasco, se esperaría un incremento entre 0.8 a 2.4 °C para el mejor y el peor escenario (B1 y A2); y un incremento entre 1.0 y 3.8 °C para el año 2100 para los escenarios B1 y A2 respectivamente. En el Cuadro 4, se observa que las cinco regiones muestran una tendencia de cambio positiva en la temperatura media, con incrementos que fluctuaron entre 0.3 °C para la región Sierra y 2.1 °C para la de los Ríos. En ésta última región, el incremento está fuertemente influenciado por los incrementos observados en la temperatura máxima; tal y como se puede apreciar en el Cuadro 2. De continuar la tendencia en el incremento en la temperatura media observada en Tabasco permite afirmar que algunas especies vegetales y

animales podrán adaptarse a las nuevas condiciones, incluso algunas de distribución restringida podrán ampliar su hábitat tal y como lo reportan Arriaga y Gómez, (2005).

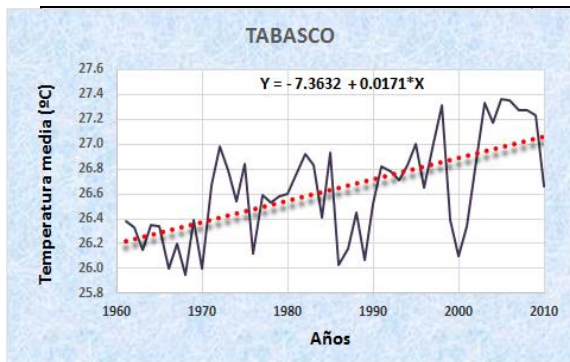


Figura 3. Tendencia de cambio de la temperatura media anual en el estado de Tabasco, durante el periodo (1961-2010).

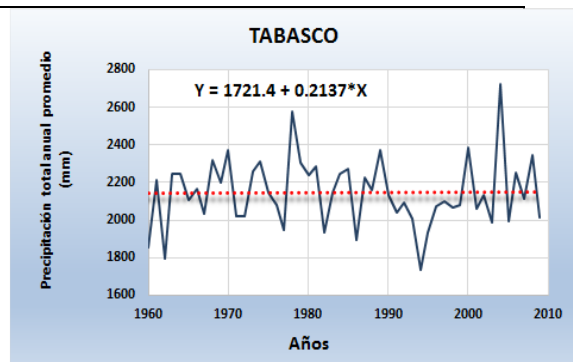


Figura 4. Tendencia de cambio de la precipitación total promedio anual en el estado de Tabasco, durante el periodo (1961-2010).

Cuadro 4. Tendencia de cambio en la temperatura media anual en el estado de Tabasco y sus regiones, durante el periodo de 1961 a 2010.

Región	TENDENCIA(*) Período (1961-2010)
Chontalpa	0.4
Centro	0.7
Sierra	0.3
Pantanos de los Ríos	0.9
<b>Promedio estatal</b>	<b>0.9</b>

(\*) En grados centígrados.

Cuadro 5. Tendencia de cambio en la precipitación total promedio anual en el estado de Tabasco y sus regiones, durante el periodo de 1961 a 2010).

REGIÓN	TENDENCIA(*) Período (1961-2010)	CAMBIO (%)
Chontalpa	+ 198.9	+ 9.8
Centro	+ 201.8	+ 10.2
<b>Sierra</b>	<b>- 416.4</b>	<b>- 12.1</b>
Pantanos de los Ríos	+ 17.9	+ 1.1
<b>Promedio estatal</b>	<b>+ 10.7</b>	<b>+ 0.5</b>

(\*) En milímetros.

Tendencias de cambio en la precipitación total anual: Es importante señalar que los resultados de la tendencia de cambio en la precipitación total promedio anual en el estado de Tabasco tuvo una anomalía mínima del 0.50 % durante el periodo de estudio (1961-2010). Esto significa que la cantidad de precipitación promedio estatal prácticamente no varió. Lo anterior se muestra en la Figura 4, donde la tasa de incremento anual fue de 0.21 mm por año, con una acumulación en los 50 años de estudio de 10.7 mm. De seguir esa misma tendencia se esperaría que para el año 2050 y 2100 se incremente en promedio la precipitación total anual en 19.2 y 29.9 mm respectivamente; valores insignificantes respecto al total anual. Sin embargo, a nivel regional hubo diferencias en las tendencias de cambio, ya que mientras que la región Sierra

mostró una tendencia negativa, en el resto de las regiones fue positiva, tal y como se aprecia en el Cuadro 5. En ese mismo cuadro se observa que la disminución en la precipitación total anual en la región Sierra fue de 416.4 mm, mientras que los incrementos en el resto de las regiones fluctuó entre 17.9 mm para Pantanos a 201.8 para Centro. Con anomalías que fluctuaron entre + 10.2 % para Centro, + 1.1 % para Pantanos y - 12.1 % para la región Sierra.

Es importante señalar que las anomalías en la precipitación total anual observadas en el periodo de estudio, y las esperadas en los diferentes escenarios para los horizontes 2050 y 2100 concuerdan totalmente con los escenarios reportados para Tabasco por Conde y Gay (2008).

## CONCLUSIONES

Los resultados que se muestran en las gráficas y cuadros del presente estudio indican que:

1. Durante el periodo de tiempo estudiado sí existe evidencia de cambio respecto al tiempo para todas las variables estudiadas.
2. A nivel estatal y para esas mismas variables, todas las tendencias fueron positivas.
3. A nivel regional, hay diferencias en las tendencias de cambio para temperatura mínima y para precipitación.
4. A nivel regional, las tendencias de cambio fueron siempre positivas para temperatura máxima y temperatura media.
5. A nivel estatal, se observó muy poco incremento en la precipitación total anual.
6. A nivel regional, la precipitación tuvo decrementos significativos en la región Sierra e incrementos significativos en la región Centro.
7. Las estaciones selectas de ambas regiones (Centro y Sierra) están a corta distancia, sin embargo, muestran una diferencia muy significativa en la tendencia de cambio de más de 600 mm anuales.
8. A nivel estatal, la temperatura media anual se ha incrementado en 0.86 °C durante el periodo estudiado, con fluctuaciones de - 0.6 °C a + 2.5 °C entre regiones del estado.
9. A nivel estatal, y para el mismo periodo, se tuvo un incremento en la precipitación total promedio anual del 0.5 % con fluctuaciones entre regiones del estado de - 12.1 % a + 10.2 %.
10. A nivel regional, la región de los Ríos se ha incrementado significativamente la temperatura promedio en 2.1 °C.
11. En la región Sierra las noches se han venido enfriando más que en el resto del estado y ha venido lloviendo significativamente menos en el año (- 416.4 mm).
12. Los datos reportados por el IMTA (2009) que sirvieron de base para el análisis del presente estudio, no permiten afirmar la existencia de cambio en el patrón de las lluvias, respecto a su intensidad y duración. Ese sería otro tema a dilucidar en el futuro, cuando se tengan suficientes datos horarios de precipitación de las estaciones meteorológicas automáticas existentes en el estado de Tabasco.

## LITERATURA CITADA

- Arriaga, L. y Gómez, L. 2005. Posibles efectos del cambio climático en algunos componentes de la biodiversidad de México. (En línea). Disponible en: [www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/437/arriaga.html](http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/437/arriaga.html).
- Conde, A.A.C. y Gay, G.C. (eds). 2008. Guía para la Generación de Escenarios de Cambio Climático a Escala Regional. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM. 104 pp.
- IMTA. (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). 2009. ERIC III. Extractor Rápido de Información Climatológica v.2.0.
- IPCC. [Intergovernmental Panel on Climate Change]. 2007. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Panel on Climate Change. (Solomon, M., D. Qin, M.



- Manning, Z. enhen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds)). Cambridge University Press, Cambridge, U.K. and New York, NY, USA. 23 pp.
- INEGI. (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2013. Síntesis Geográfica del Estado de Tabasco. (En línea). Disponible en:  
[www3,inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=27](http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=27)
- Rivera, Á. M. A. 1999. El cambio climático. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México, D. F.
- SERNAPAM. (Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental del Estado de Tabasco. 2011. Programa de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Tabasco. 213 pp. (En línea). Disponible en:  
[www.colpos.mx/tabasco/vinculacion/PORTAL%20LIBROS%20CAMBIO%20CLIMATICO.pdf](http://www.colpos.mx/tabasco/vinculacion/PORTAL%20LIBROS%20CAMBIO%20CLIMATICO.pdf)



## PRODUCTIVIDAD DEL AGUA EN DOS FECHAS DE TRASPLANTE Y DOS VARIEDADES DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq)

López-López R.<sup>1\*</sup> Fierro Álvarez A.<sup>2</sup>, Sánchez Cohen I.<sup>3</sup>, Inzunza Ibarra M.A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), <sup>2</sup>Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. <sup>3</sup>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA). INIFAP. \*lopez.rutilo@inifap.gob.mx

T-113

### RESUMEN

Los objetivos del trabajo fueron: i) determinar el uso eficiente del agua de riego (UEA) en la productividad de dos genotipos de chile habanero con riego por goteo y cobertura plástica en dos fechas de trasplante. ii) evaluar el comportamiento de la tensión de humedad del suelo en dos profundidades (15 y 30 cm) y su relación con la lámina de riego y la precipitación. El trabajo se realizó en el municipio de Huimanguillo, Tabasco, México en un suelo franco clasificado como Fluvisol éutrico. Se usaron las variedades: Jaguar y *orange* en dos fechas de trasplante (13 y 30 septiembre) para el ciclo O-I/2013-2014. El trasplante se realizó a los 45 días después de la siembra, con una densidad de 16,500 plantas ha<sup>-1</sup>. El cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET<sub>0</sub>) se realizó por el método de tanque evaporímetro tipo "A". La evaporación (Ev) diaria se obtuvo de la estación meteorológica del Campo Experimental Huimanguillo. Se midió diariamente el potencial mátrico del suelo en dos profundidades (13 y 30 cm) mediante tensiómetros. Se usó un diseño experimental completamente aleatorio con cuatro repeticiones donde la unidad experimental fue de tres hileras de 5 m de longitud (15 m<sup>2</sup>). Se concluye que la aplicación de láminas de riego basadas en la ET<sub>c</sub> incrementa en 63.9 % el uso eficiente del agua y en 35.8 % el rendimiento de frutos. El potencial matricio del suelo varía en función de la lámina de riego aplicada al cultivo y su medición es un buen indicador del momento del riego.

**Palabras clave:** Uso eficiente del agua, riego por goteo, cobertura plástica, potencial mátrico

### INTRODUCCIÓN

La importancia del Uso Eficiente del Agua (UEA) de riego se ha incrementado en los últimos años y el método de riego por goteo es una alternativa que contribuye en forma sustentable el aprovechamiento racional del agua al mejorar las eficiencias de riego para la agricultura. El riego por goteo mejora el UEA, principalmente mediante la aplicación eficiente del volumen de agua (Stanghellini *et al.* 2003; Jones 2004; Kirnak y Demirtas 2006). Con los sistemas de riego por goteo, el agua y los nutrimentos pueden ser aplicados directamente a la zona radical de los cultivos, teniendo efectos positivos en el rendimiento, ahorro de agua e incremento en las eficiencias de riego (Phene y Howell, 1984).

El cultivo de chile (*Capsicum annum* L.) se clasifica como una planta sensible al estrés hídrico (Doorenbos y Kassam, 1986), generalmente se cultiva durante el período de otoño invierno en plantaciones entre 1 to 2 ha y se riegan con agua de pozos poco profundos. Esta condición ha sido documentada por diversos autores (Smittle *et al.*, 1994; Delfine *et al.*, 2001; Antony y Singandhupe, 2004; Sezen *et al.*, 2006) que estudiaron las reducciones de rendimiento debido al efecto del estrés hídrico.

Para obtener altos rendimientos de este cultivo, es necesario el suministro óptimo del agua y humedad del suelo cercana a capacidad de campo (-10 to -30 kPa) durante todo el período vegetativo. Existe una reducción significativa de rendimiento de frutos cuando hay limitaciones de la cantidad de agua aplicada durante los períodos de crecimiento vegetativo, floración y fructificación (Doorenbos y Kassam, 1986). Della Costa y Gianquinto (2002) mencionan que el



riego deficitario (RD) continuo redujo significativamente el peso fresco total del fruto. El mayor rendimiento comercial fue encontrado con el riego de 120 % de la ET; no encontraron diferencias significativas de la producción comercial con el 40, 60, 80 y el 100 % de la ET. Antony y Singandhupe (2004) reportaron que la producción total de chile fue menor en los niveles más bajos de riego (40 % de la ET). Dorji *et al.* (2005) compararon el riego tradicional contra el sistema de goteo con déficit riego (DR) para el cultivo de chile y encontraron que el ahorro de agua mediante el DR fue aproximadamente el 50 % con respecto al riego tradicional.

La época de trasplante en la gran mayoría de los cultivos hortícolas es un factor de suma importancia debido a que tiene un efecto no solo en la comercialización del producto en el mercado regional y nacional sino también en la población de insectos plagas que como consecuencia reducen la productividad del cultivo y determina el uso eficiente del agua de riego. Por lo tanto es importante, considerar la fecha de trasplante cuando las condiciones climáticas y la presencia de plagas principalmente mosca blanca (*Bemisia tabaci*) no limiten la productividad del cultivo y los precios del producto en el mercado permitan obtener una rentabilidad atractiva.

Los objetivos del trabajo fueron i) determinar el uso eficiente del agua de riego (UEA) en la productividad de dos genotipos de chile habanero con riego por goteo y cobertura plástica en dos fechas de trasplante. ii) evaluar el comportamiento de la tensión de humedad del suelo en dos profundidades (15 y 30 cm) y su relación con la lámina de riego y la precipitación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Sitio experimental.** El estudio se realizó en el Ejido Huimanguillo perteneciente al municipio de Huimanguillo, Tabasco, en el ciclo O-I/2013-2014, situado geográficamente a 17° 46' LN y 91° 28' LO, a una altitud de 35 m. El clima de la región es cálido húmedo, la precipitación media anual es de 2100 mm y presentan dos períodos máximos de lluvia con un intervalo de disminución entre éstos (julio y agosto).

**Genotipos.** Se utilizó la variedad *Jaguar*, desarrollada por el INIFAP en Yucatán, y la variedad *orange* de la compañía Geneseeds. Ambas con mejores características genéticas y productivas y resistentes a plagas y enfermedades.

**Características físicas y químicas del suelo.** El suelo utilizado se clasifica como Fluvisol eutricto, la textura es franco arenoso (67.5, 9.8 y 22.7 % de arena, arcilla y limo, respectivamente), pH ligeramente ácido (5.9), contenido bajo de materia orgánica (0.95 %), medio en fósforo (20.7 mg kg<sup>-1</sup>) y deficientes en potasio (0.45 mg kg<sup>-1</sup>), medio en calcio intercambiable (12.7 mg kg<sup>-1</sup>) pero baja Capacidad de Intercambio Catiónico. Con base en la textura del suelo, a la profundidad de 0 a 30 cm, la densidad aparente (Da), Capacidad de Campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP) son de 1.5 g cm<sup>3</sup>, 24 y 9 %, respectivamente.

**Producción de plántulas en charolas y densidad de plantación.** La siembra de semillas de chile habanero se realizó el 1 y 18 de agosto de 2013 en charolas de 200 cavidades. El sustrato fue *peat moss* más vermiculita (1:1) en paquetes de 107 litros. Se sembraron 40 charolas para una superficie de 1800 m<sup>2</sup> considerando una densidad de plantación de 1.5 m entre hileras y 0.4 m entre plantas, equivalente a una densidad de población de 16,500 plantas por hectárea.

**Preparación y adecuación del terreno.** La preparación del terreno consistió en un rastreo pesado, luego se dieron tres pasos de rastra ligera. La construcción de camas de siembra se realizó con un *bordero* de dos discos para la instalación de la cinta de riego y el acolchado plástico en forma manual.



**Instalación del acolchado plástico.** Una vez construida la cama de siembra y colocada la cinta de riego, se instaló el acolchado plástico de color plateado y negro en forma manual. Las características del plástico son: ancho de 1.2 m, para una cama de 0.6 m, calibre de 2.28 mm, se hizo la perforación parcial con diámetro de 6 cm y a 40 cm entre espaciamiento.

**Trasplante.** El trasplante se realizó a los 45 días después de la emergencia, las características de las plántulas al momento del trasplante son de 10 cm de altura, 2 mm de diámetro y de seis a 8 hojas verdaderas totalmente expandidas.

**Riego.** Para la estimación de las necesidades hídricas del cultivo se utilizó el método de tanque evaporímetro tipo “A” para el cálculo de la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ) a partir de la ecuación (1).

$$ET_0 = Ev K_t \quad (1)$$

donde  $Ev$  es la evaporación diaria obtenida en tanque de la estación meteorológica del Campo Experimental Huimanguillo,  $K_t$  es el coeficiente de tanque asumido igual a 0.8 (Doorenbos y Pruitt, 1977; Allen *et al.*, 2006). Los valores del coeficiente de cultivo  $K_c$  se obtuvieron de Allen *et al.*, (2006) para chiles verdes. Los  $K_c$  propuestos para el chile habanero con cobertura plástica fueron: 0.4, 0.8 y 0.7 en la etapa inicial, intermedia y final, respectivamente. Con los  $K_c$  se estimó la evapotranspiración real del cultivo ( $ET_c$ ) de acuerdo con la ecuación (2)

$$ET_c = ET_0 K_c \quad (2)$$

El método de riego fue por goteo con cintas, cuya eficiencia de uniformidad es del 93 %. Las características nominales son: diámetro interno de 16 mm, calibre 6 mil (0.15 mm), flujo de  $1.02 \text{ L h}^{-1}$ , espacio entre emisores de 0.2 m, y presión de -0.55 kPa (8 psi). Se monitoreó el potencial mátrico del suelo mediante tensiómetros a 15 y 30 cm de profundidad.

**Fertirrigación.** La fertilización de fondo o base consistió en la aplicación de 100 Kg de fosfato diamónico (DAP) equivalente a 18 Kg de nitrógeno y 46 Kg de fósforo al momento de construir las camas y colocar el acolchado plástico. La fórmula de fertilización aplicada en el fertirriego fue de 200-180-180, distribuida de acuerdo con la etapa fenológica del cultivo (inicial, intermedia y final). Las fuentes de fertilizantes solubles fueron: 8-24-00 líquidos, sulfato de amonio (21-00-00-22), fosfato monoamónico (12-60-00), nitrato de potasio (13-00-46) y ácido fosfórico al 20 %. La frecuencia de aplicación del fertirriego fue de dos veces por semana. La inyección de los fertilizantes fue con inyector tipo venturi y motobomba de un HP en un tanque de 200 L.

**Control de plagas y enfermedades.** El control de plagas y enfermedades se realizó con cultivos trampa de maíz (*Zea más* L.) sembrado en los bordes laterales del terreno y aplicaciones de insecticidas como cipermetrina, endosulfan y metamidofos en dosis de 0.5, 1 y 1  $\text{L ha}^{-1}$ , respectivamente. El acaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*) se controló con spirodiclofen (envidor) y abamectina (biomec, hortimec y agrimec) en dosis de 240 de i.a.  $\text{ha}^{-1}$  y 0.5  $\text{Lha}^{-1}$ , respectivamente. La mosca blanca (*Bemisia tabaci*) se presentaron en el mes de abril y fue combatida a partir de este mes mediante insecticidas basados en imidacloprid, deltrametrina y clorpirifos etil mas permetrina.

La prevención de enfermedades se realizó con mezclas de Carbendazin a razón de 1 cc. Más 2 cc de Propamocarb clorhidrato por litro de agua. Para la prevención de enfermedades fungosas y bacterianas, se usaron el Oxicloruro de cobre más terramicinas (oxitetraciclinas), respectivamente. Todos los productos químicos fueron aplicados por aspersión con bomba de mochila en las dosis recomendadas por los fabricantes.

**Cosecha.** Se inició la cosecha cuando un alto porcentaje de frutos presentaron los índices de cosecha característicos del cultivo: coloración verde intenso y textura dura. Se efectuaron 19 cortes de frutos en donde se estimó el rendimiento durante los meses de diciembre de 2013 a mayo de 2014.

#### Diseño experimental y tratamientos

Los tratamientos aplicados fueron dos fechas de trasplante: 13 de septiembre y 30 de septiembre de 2013 con dos genotipos: Jaguar y *Orange*. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental consistió en tres hileras de cinco m de longitud (15 m<sup>2</sup>), donde se registró el rendimiento de frutos verdes por corte, el total y el cálculo del uso eficiente del agua de riego.

**Variables de medición.** Se calcularon láminas de riego (evapotranspiración del cultivo) a partir de la evapotranspiración de referencia (ET<sub>0</sub>) y los coeficientes de cultivo propuestos. La precipitación se obtuvo de la estación climatológica del C.E Huimanguillo. El rendimiento de fruto verde se obtuvo de 19 cortes realizados durante el periodo de cosecha. El uso eficiente del agua de riego se definió como el rendimiento de fruto verde (*Rf*) en Kg ha<sup>-1</sup> obtenido por unidad de lámina total de riego (*Lt*) en m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> aplicada desde el trasplante hasta la cosecha, no se incluye la precipitación ocurrida durante el ciclo del cultivo.

$$UEA = \frac{Rf}{Lt} \quad (3)$$

**Análisis estadístico.** Se hicieron análisis de varianzas (Prueba de F) y, mediante el programa Statistic Analysis System (SAS, 2008) para la variable rendimiento de fruto y el uso eficiente del agua de riego. La comparación de tratamientos se realizó mediante la prueba de medias por el método de Tukey (P<0.05).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Uso eficiente del agua de riego (UEA)

La cantidad de agua lluvia durante el ciclo experimental del cultivo para la fecha de trasplante del 13 de septiembre de 2013 al 5 de mayo de 2014 fue de 1471.2 mm, la lámina de riego aplicada fue de 593.5 mm. Para la fecha de trasplante del 30 de septiembre al 5 de mayo (ciclo del cultivo), la lámina de riego aplicada fue de 543.4 mm y una precipitación ocurrida durante el ciclo de 1400.5 mm (Cuadro 1). Las láminas de riego corresponden a la evapotranspiración del cultivo estimada previamente de acuerdo con la evaporación de tanque y los coeficientes de cultivo propuestos para las distintas etapas fenológicas del chile habanero.

A partir de los rendimientos de fruto verde obtenidos en los tres tratamientos y la lámina de riego aplicada, la eficiencia en el uso del agua fue de 6.9 y 5.7 kg m<sup>-3</sup> en la fecha del 13 de septiembre con la variedad *Orange* y Jaguar, respectivamente. La productividad del agua en la fecha de trasplante del 30 de Septiembre con la variedad *Orange* fue menor (4.41 kg m<sup>-3</sup>). Nagaz *et al.*, (2012) encontraron valores más bajos de productividad del agua en el cultivo de chile (*Capiscum annum* L.), entre 2.31 y 5.49 kg m<sup>-3</sup>, los cuales variaron en función de láminas de riego aplicadas con diferentes déficit de riego equivalentes (394 a 750 mm).

Cuadro 1. Precipitación, láminas de riego y uso eficiente del agua de riego para los tratamientos estudiados en el cultivo de chile habanero con riego por goteo.

Fecha trasplante/Varietad	Precipitación total ocurrida (mm)	Lámina de riego (mm)	Uso eficiente del agua de riego (kg m <sup>-3</sup> )
13 Sept/Orange	1471.2	593.5	6.87 a <sup>2</sup>
13 Sept/Jaguar	1471.2	593.5	5.74 a
30 Sept/Orange	1400.5	543.4	4.41 b

<sup>2</sup>Valores con la misma letra dentro de columna son iguales según la prueba de Tukey con P≤0.05.

Respecto del potencial mátrico del suelo (Figura 1), en la primera capa de 15 cm la tensión de humedad fue de -2 a -42 kPa durante todo el ciclo del cultivo, mientras que en la capa de 30 cm del suelo, la tensión de humedad varió entre -4 a -52 kPa. Los valores de tensión de humedad del suelo indican que las láminas de riego aplicadas al cultivo complementadas con la precipitación indican el esfuerzo que la planta realiza para absorber el agua a través de sus raíces alcanzaron en algunos días sus niveles críticos, menores que capacidad de campo. (< -33 kPa), pero la duración de este fue menor que dos días, esto permitió que el cultivo no presentara síntomas de estrés hídrico.

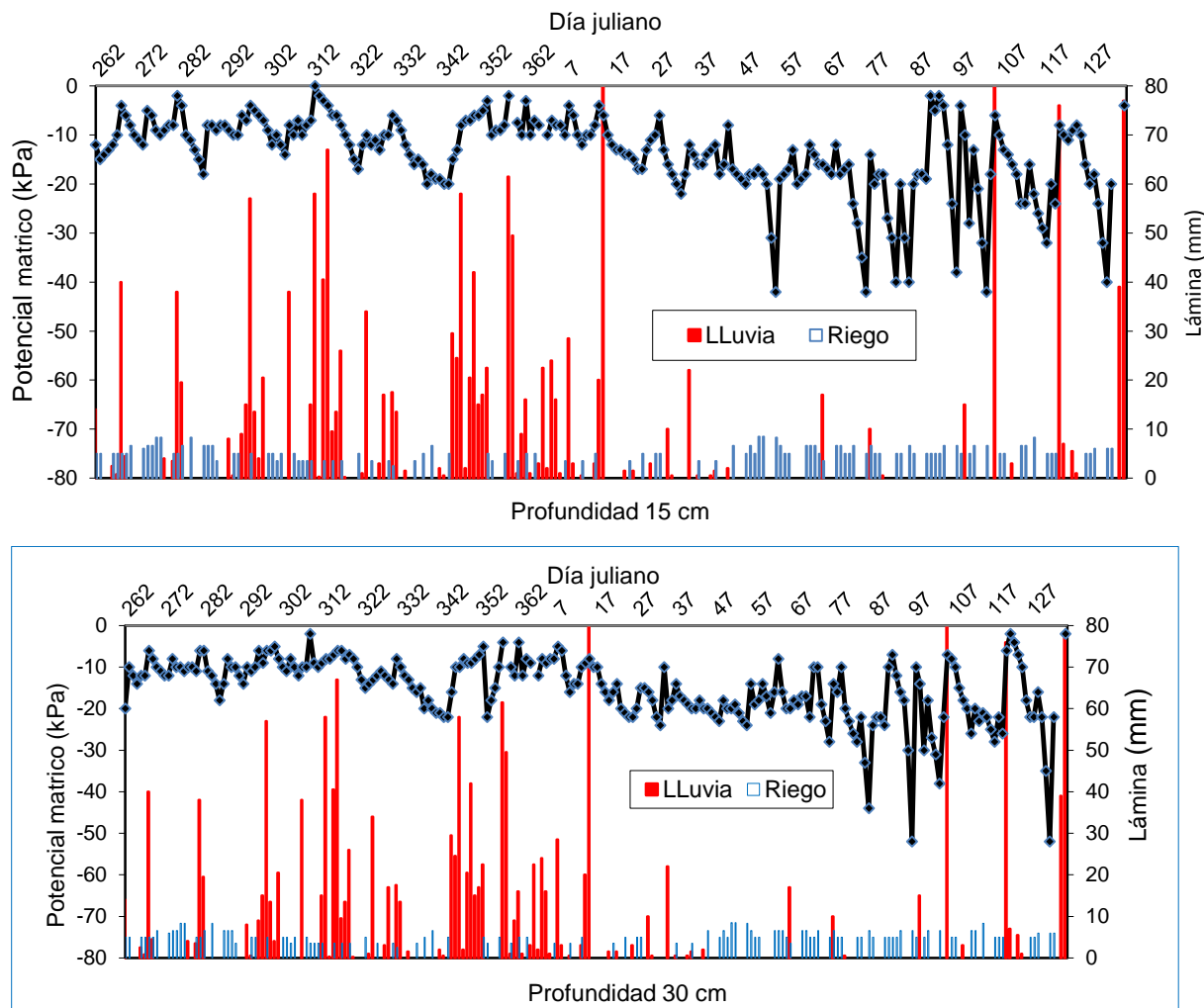


Figura 1. Efecto de la lámina de riego y la precipitación en el potencial mátrico del suelo a la profundidad de 15 y 30 cm en el cultivo de chile habanero con cobertura plástica.

Las aplicaciones de las láminas de riego variaron entre 2.5 a 8.5 mm por día (Figura 1), de acuerdo con el cálculo de la evapotranspiración del cultivo. El uso de los coeficientes de cultivo tomando en cuenta la cobertura plástica fueron: 0.5, 0.9 y 0.7 en las etapas inicial, intermedia y final del cultivo, respectivamente, permite aumentar la eficiencia de aplicación del agua de riego y como consecuencia existe un ahorro de agua aproximadamente del 20 % comparado con los coeficientes de cultivos que proponen Allen *et al.*, (2006) en el boletín 56 de la FAO para el cultivo de chile verde (0.6, 1.15 y 0.8).

#### Efecto de la fecha de trasplante y variedades en el rendimiento de frutos

El análisis de varianza en el rendimiento de frutos demostró que existen diferencias altamente significativas entre fechas de trasplante para la variedad Orange ( $P < 0.01$ ), sin embargo para la

fecha de trasplante del 13 de septiembre no existe diferencias entre variedades ( $P < 0.05$ ). La prueba de comparación de medias por Tukey ( $P \leq 0.05$ ) indica que el rendimiento de frutos entre ambas variedades son estadísticamente iguales cuando la fecha de trasplante es el 13 de septiembre (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de los tratamientos en el rendimiento de frutos de chile habanero. Los valores son promedios acumulados de 19 cortes.

Fecha de trasplante/Varietal	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )	Desv. Est. (t ha <sup>-1</sup> )	F <sub>0</sub>
13 Sept/Orange	37.33 a	4.27	15.9**
13 Sept/Jaguar	34.06 a	2.06	
30 Sep/Orange	24.00 b	3.75	
Media	31.78	3.50	
D.S.H	0.689		

<sup>a</sup>Valores con la misma letra dentro de columna son iguales según la prueba de Tukey con  $P \leq 0.05$ ; DSH: Diferencia Significativa Honesta.

En la Figura 2 se compara el rendimiento de frutos de chile habanero por corte de las dos variedades utilizadas, se observa que en el corte número 11 y 12 (7 de febrero y 17 de marzo) alcanzan los valores máximos, resultando un total de 37.3 t ha<sup>-1</sup> para la variedad Orange y 34.0 t ha<sup>-1</sup> en Jaguar en fechas de trasplante del 13 de septiembre.

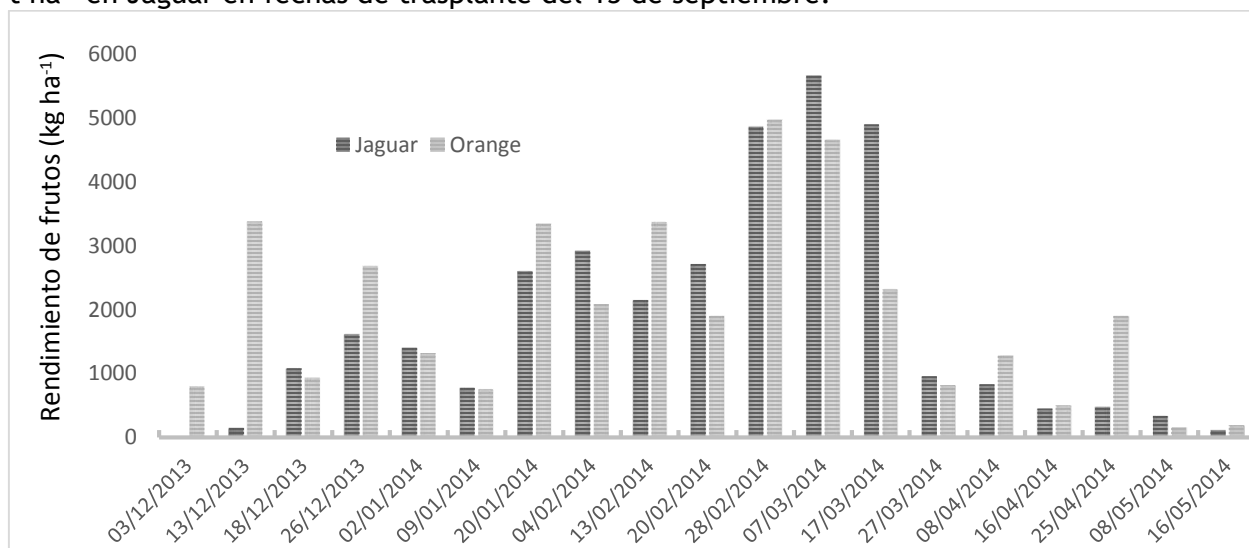


Figura 2. Comparación del rendimiento de frutos de dos variedades de chile habanero por corte en kg ha<sup>-1</sup> con fecha de trasplante 13 de septiembre, riego por goteo y cobertura plástica. El análisis de varianza que presenta el Cuadro 2 muestra la diferencia en rendimiento de fruto que existe entre las dos fechas de trasplante evaluadas ( $P < 0.001$ ) con la variedad Orange. En la fecha de trasplante del 30 de septiembre se obtuvo menor rendimiento de frutos (24.0 t ha<sup>-1</sup>) debido a la alta incidencia de mosca blanca (*Bemisia tabaci*), asociada a las altas temperaturas que se presentaron durante el periodo del cultivo. En la Figura 3 se puede observar el efecto de las dos fechas de trasplante en los diferentes cortes de chile, se aprecian las diferencias en el rendimiento de frutos.

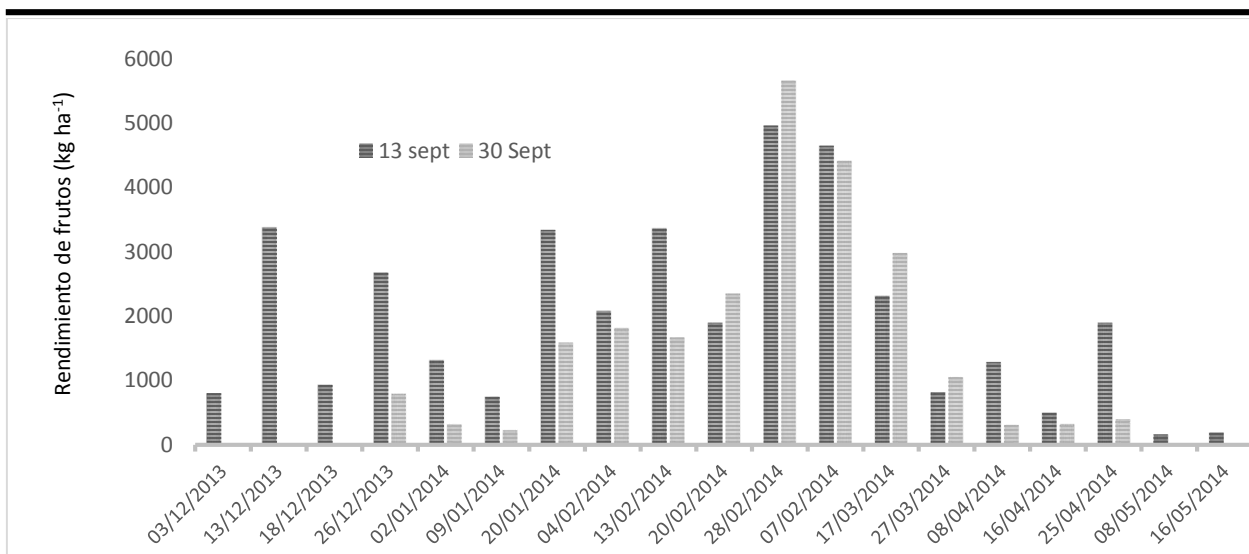


Figura 3. Efecto de dos fechas de trasplante en el rendimiento de frutos en kg ha<sup>-1</sup> por corte del cultivo de chile habanero variedad *Orange* con riego por goteo.

### CONCLUSIONES

La aplicación de láminas de riego basadas en la ETC incrementa en 63.9 % el uso eficiente del agua y en 35.8 % el rendimiento de frutos, no existe diferencia significativa entre variedades, pero si existe entre fechas de trasplante, debido a la alta población de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) que coincide con altas temperaturas en los meses de marzo a mayo.

ii). El potencial mátrico del suelo varía en función de la lámina de riego aplicada al cultivo y su medición es un buen indicador del momento del riego para evitar estrés hídrico en el cultivo que afecta el rendimiento de frutos y el UEA.

### LITERATURA CITADA

- Allen, G., R.; Pereira, S. L.; Raes, D.; Smith, M. 2006. *Crop Evapotranspiration*. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. FAO, Rome, Italy. 300 p.
- Antony E., Singandhupe R.B. 2004. Impact of drip and surface irrigation on growth, yield and WUE of capsicum (*Capsicum annuum* L.). *Agric. Water Manage.* 65 (2): 121-132.
- Bosland, P.W., Votava, E.J. 1999. *Peppers: vegetable and spice capsicums*. CABI Publishing, New York.
- Delfine S., Loreto F., Alvino A. 2001. Drought-stress effects on physiology, growth and biomass production of rainfed and irrigated bell pepper plants in the Mediterranean region. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 126 (3): 297-304.
- Della Costa L., Gianquinto G., 2002. Water stress and watertable depth influence yield, water use efficiency, and nitrogen recovery in Bell Pepper: Lysimeter Studies. *Aust. J. Agric. Res.*, 53: 201-210.
- Doorenbos, J. and A.H. Kassam. 1986. *Yield response to water*. FAO Irrigation and Drainage, Paper No. 33. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 193 p.
- Dorji K., Behboudian M.H., Zegbe-Dominguez J.A., 2005. Water relations, growth, yield, and fruit quality of hot pepper under deficit irrigation and partial root zone drying. *Sci. Hortic.*, 104: 137-149.
- Jones H.G., 2004. Irrigation Scheduling: advantages and pitfalls of plant-based methods. *J. Exp. Bot.*, 55: 2427-2436.



- 
- Kirnak H., Demirtas M.N., 2006. Effects of different irrigation regimes and mulches on yield and macronutrition levels of drip-irrigated cucumber under open field conditions. *J. Plant Nutr.* 29: 1675-1690.
- Nagaz K., Moncef M. M., Ben M. N. 2012. Effects of deficit drip-irrigation scheduling regimes with saline water on pepper yield, water productivity and soil salinity under arid conditions of Tunisia. *Journal of Agriculture and Environment for International Development - JAEID*, 106 (2): 85-103.
- Phene C.J., Howell T.A., 1984. Soil sensor control of high frequency irrigation. *Trans. ASAE.*, 27(2): 392-396.
- SAS Institute Inc. 2008. *SAS/STAT® 9.2. User's Guide*. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Sezen, S.M., A. Yazar, S. Eker. 2006. Effect of drip irrigation regimes on yield and quality of field grown bell pepper. *Agric. Water Manage.* 81, 115-131.
- Smittle D.A., Dickens W.L., Stansell J.R., 1994. Irrigation regimes affect yield and water use by bell pepper. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 119 (5): 936-939.
- Stanghellini C., Kempkes F.L.K., Knies P., 2003. Enhancing environmental quality in agricultural systems. *Acta Hort.*, 609: 277-283. <http://www.journals.elsevier.com/agricultural-water-management/>



## CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA E HIDROLÓGICA COMO BASE DE MANEJO DE LA MICROCUENCA “ROSA DE CASTILLA”

<sup>1</sup>Sáenz R.J.T.; <sup>1</sup>Barrera C.G.; <sup>\*2</sup>Hernández R.J.; <sup>1</sup>Muñoz F.H.J. y <sup>\*3</sup>García M.J.J.

<sup>1</sup>Investigador del C. E. Uruapan. INIFAP. [saenz.j.trinidad@inifap.gob.mx](mailto:saenz.j.trinidad@inifap.gob.mx)

<sup>2</sup>Investigador del C.E. Chetumal-INIFAP. <sup>3</sup>Facultad de Agrobiología Presidente Juárez- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo-Uruapan, Mich.

T-13

### RESUMEN

El manejo integral de cuencas no sólo permite la gestión equilibrada de los recursos naturales, sino también la integración de los actores involucrados en una sola problemática, en contraparte de atender varios problemas sectoriales dispersos. El área o tamaño de la cuenca influye en proporción directa sobre la magnitud del escurrimiento que puede generar. El objetivo del presente estudio fue la caracterización morfológica e hidrológica de la microcuenca “rosa de Castilla”, como base de planeación y manejo integral, la cual tiene una superficie de 26.83 Km<sup>2</sup>. Entre los resultados más importantes en la microcuenca, se tiene: una longitud del cauce principal de 9.7 km, intervalo de altitud de 1,860-2,440 msnm, coeficiente de masividad de 80.13, Número de escurrimientos 48, tiempo de concentración de 2.602 min y escurrimiento máximo de 288.89 m<sup>3</sup>/seg. La caracterización es base para la elaboración del Plan de Manejo, que contribuya en la recuperación de la capacidad productiva de la microcuenca y se incremente la calidad de vida de sus habitantes.

**Palabras clave:** Cuencas *hidrológicas*, *Microcuencas*, *Diagnóstico*, *Cuitzeo*, *Michoacán*

### INTRODUCCIÓN

En la última década se ha fortalecido el sistema institucional para la gestión ambiental, principalmente en temas relacionados con los recursos hídricos, sin embargo, durante este tiempo los problemas ocasionados por la escasez de agua, la disminución de su calidad y el aumento de desastres naturales, como inundaciones, se han registrado con mayor frecuencia. Ante esta situación, es apremiante un cambio de paradigma en la gestión de los recursos naturales de un enfoque sectorial hacia una visión más integral. El manejo integral de cuencas no sólo permite la gestión equilibrada de los recursos naturales, sino también la integración de los actores involucrados en una sola problemática, en contraparte de atender varios problemas sectoriales dispersos. La elaboración de un enfoque integrado que supere la fragmentada visión sectorial es determinante para la optimización del recurso hídrico.

Campos (1998), cita que la morfología comprende el estudio de las formas superficiales y, en ese sentido, la geomorfología estudia y pretende cuantificar determinados rasgos propios de la superficie terrestre. El área o tamaño de la cuenca influye en proporción directa sobre la magnitud del escurrimiento que puede generar, a igualdad de los demás factores, es decir, a mayor tamaño de la cuenca, mayor volumen de escurrimiento. Sin embargo, la forma de la cuenca es una característica importante por la influencia que tiene sobre la escorrentía, sobre todo en las avenidas “pico” o escurrimiento máximo instantáneo.

Desde el punto de vista social y económico la microcuenca está dentro de un municipio, Copándaro, que presenta una marginación media baja por lo que las acciones que se realicen en dicha microcuenca ayudarán al desarrollo humano sustentable de las localidades inmersas en dicha microcuenca. Por lo anterior, es necesario formular planes de manejo integral de

cuencas, basados en un análisis hidrológico que permita estimar los escurrimientos y los problemas de erosión asociados a los usos actuales y futuros del suelo.

El objetivo del presente estudio fue la caracterización morfológica e hidrológica de la microcuenca “rosa de Castilla”, como base de planeación y manejo integral.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La microcuenca “Rosa de Castilla” tiene una superficie de 26.83 Km<sup>2</sup> y se encuentra comprendida en el municipio de Copándaro y una pequeña porción en los municipios de Morelia, Chucándiro y Tarímbaro, en el estado de Michoacán. En ella se asientan siete localidades: Congotzio, Loma Alta, Santa Rita, Las Cruces, El Fresno, Palo Alto y Rosa de Castilla, todas en el municipio de Copándaro, Mich. (Figura 1).



Figura 1. Croquis de localización de la microcuenca “Rosa de Castilla”, Mpio. Copándaro, Mich.

El clima es C (W<sub>1</sub>) (W) templado subhúmedo con precipitación pluvial anual promedio de 786.2 mm, temperatura media de 18.4 °C. y la altitud media es de 2,100 a 2,200 msnm; el uso de suelo es agricultura de riego en 426 ha, agricultura de temporal en 400 ha, bosque de encino en 219 ha, matorral subtropical en 838 ha y pastizal inducido en 800 ha. En cuanto a vegetación, se tiene bosque de encino, matorral subtropical y relicto de mezquital.

Los tipos de suelo son el vertisol pélico en el 90% de su superficie, en algunas áreas asociado a litosol, y también se tiene feozem en el 10 % de la superficie. La pendiente predominante es del 4 a 25% y los suelos son no salinos y en materia orgánica se registra niveles de bajo a medio, excepto en bosque de encino y matorral subtropical-pastizal que es de moderadamente alto a muy alto. En cuanto a elementos mayores (N, P, K, S, Ca y Mg) se reportan niveles de muy bajo a moderadamente bajo.





## METODOLOGÍA

A continuación se describen las técnicas para la determinación de las características morfométricas (índices o coeficientes) e hidrológicas de la microcuenca “Rosa de Castilla”, Mpio. de Copándaro, Mich.

Perímetro de la cuenca (P). Se determinó mediante el Sistema de Información Geográfica denominado IDRISI Ver. 32, una vez que se trazaron los límites.

Área de la cuenca (A). Se obtuvo a partir de la digitalización y poligonización de las cuencas con en el SIG IDRISI Ver. 32.

Longitud de la cuenca (L). Medido desde la parte más alta hasta la salida a partir del mapa digitalizado de la red de drenaje.

Intervalo de altitud. Se obtuvo con la diferencia de altitud entre el punto más alto de la cuenca y la boquilla de la cuenca o el punto más bajo.

Pendiente. Se determinó entre la distancia vertical (h) y la horizontal (L), en un transecto del terreno o hasta el punto más bajo del cauce. Se calcula con la ecuación:

$$S = H/L$$

Donde:

S: Pendiente media del cauce

H: Desnivel entre los puntos más elevado y más alto

L: Longitud del cauce

**Tipo de drenaje.** En el mapa hidrológico se determinó el tipo de drenaje de la microcuenca individualmente.

**Índice de forma.** Es la relación entre el área de la cuenca y la longitud axial de la misma desde la salida hasta el límite extremo por medio de una línea recta.

**Relación de elongación.** Se calculó dividiendo el diámetro de un círculo que tenga la misma área de la cuenca en estudio y la máxima longitud de la cuenca, con la ecuación:

$Re = (0.318) (\text{Perímetro de la cuenca}) / \text{Longitud axial de la cuenca.}$

**Índice de alargamiento.** Se le calcula de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$l_a = L_m/m$$

Donde:

$l_a$ : Índice de alargamiento

$L_m$ : Longitud máxima de la cuenca

$l$ : Ancho máximo de la cuenca

**Relación de circularidad.** Es la relación que existe entre el área de la cuenca y el área de un círculo que tiene el mismo perímetro de la cuenca.

**Densidad de drenaje.** Se jerarquizan los afluentes para relacionarlos con otros parámetros físicos, los cuales se constituyen como indicadores de la eficiencia de sistemas de drenaje, se tiene:

a). Orden. Este índice se obtiene mediante la agregación de corrientes, considerando una corriente de primer orden a aquella que no tiene afluentes, una de segundo orden aquella donde



se reúnen dos corrientes de primer orden, una de tercero donde confluyen dos de segundo orden y así sucesivamente.

b). Densidad de la corriente. Es la cantidad de afluentes naturales de la cuenca. Se contabiliza mediante SIG a través del número de segmentos marcados en el mapa digitalizado.

c.) Densidad de drenaje. La densidad de drenaje se calculó dividiendo la longitud total de las corrientes de la cuenca por el área total que las contiene, con la ecuación:

$$Dd = L/A$$

Donde:

*L*: Longitud de las corrientes efímeras, intermitentes y perennes de la cuenca en (Km)

*A*: Área de la cuenca en (Km<sup>2</sup>)

*Relación de bifurcación*. Se determina con la relación entre el número de corrientes de un orden determinado entre el número de corrientes de orden inmediato superior.

Índice compacidad. La ecuación que nos permite el cálculo de este coeficiente es:

$$K_c = (0.28)(P/\sqrt{A})$$

Donde:

*K<sub>c</sub>*: Coeficiente de compacidad

*P*: Perímetro de la cuenca (longitud de la línea de parteaguas)

*A*: Área de la cuenca

Altura media de la cuenca. Se determinó dividiendo el área comprendida bajo la curva isométrica entre la longitud que representa la superficie de la cuenca.

Coeficiente de masividad. El coeficiente de masividad (*C<sub>m</sub>*) es resultado de la división de la altura de la cuenca en km, entre su superficie proyectada en km<sup>2</sup>. Se calcula con la ecuación:

$$C_m = \frac{\text{Altura media de la cuenca (m)}}{\text{Área de la cuenca (km}^2\text{)}}$$

Coeficiente orográfico. Resultó de la multiplicación del coeficiente de masividad entre la altura media.

### **Escurrecimientos superficiales**

a). *Escurrecimiento medio*. Se asigna un coeficiente de escurrecimiento (*C*), tal que multiplicando por el volumen llovido, se obtenga el volumen de escorrentía. El coeficiente de escurrecimiento (*C*) es la relación que existe entre el volumen escurrecido y el volumen llovido en una superficie dada ( $C=Ve/Vl$ ), su valor numérica fluctúa entre 0 y 1 y es adimensional.

b). *Escurrecimiento máximo*. Para su estimación se utilizó el método racional; se expresa de manera general con la ecuación:

$$Q_{max} = CIA$$

Donde:

*Q<sub>max</sub>* = Gasto máximo instantáneo probable de escurrecimiento

*I* = Intensidad de la lluvia

*C* = Coeficiente de escurrecimiento adimensional

*A* = Área de la cuenca



Para usar esta fórmula en su expresión general, se dimensiona para obtener el gasto en m<sup>3</sup>/seg. Sin embargo, para ahorrar los cálculos de conversión de unidades, la ecuación es expresada como:

$$Q = 0.0028CIA$$

En la cual las unidades de intensidad de la lluvia y al área, deben ser, forzosamente mm/h y hectáreas, respectivamente. Aquí 0.0028 es el coeficiente de conversión de unidades, resultante de cambiar mm y ha a m<sup>3</sup> y horas a segundos.

La fórmula racional requiere de información pluviográfica detallada, la cual por lo general no está disponible en México. Por lo tanto, se propuso una modificación al mismo, la cual consiste en sustituir "I" por la lluvia máxima en 24 horas (L) asumiendo como si ésta hubiese caído en solo una hora.

De esta manera, la fórmula general queda expresada por:

$$Q = CLA \quad \text{Dimensionando; o bien}$$

$$Q = 0.0028CLA \quad \text{Para las dimensiones mm/h, ha y m}^3/\text{seg.}$$

*Tiempo de concentración. Es el tiempo transcurrido entre el final del histograma de excesos y el final del escurrimiento directo, siendo ésta la definición que aparece reseñada en la literatura con mayor frecuencia. En este trabajo se utilizó la fórmula de Pizarro:*

$$T_c = (13.548)(L^2/H)^{0.77}$$

Donde:

$T_c$ : Tiempo de concentración (min)

$L$ : Longitud del cauce principal en (Km)

$H$ : Diferencia de alturas (m)

Todos los parámetros son descritos en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Descripción de parámetros morfométricos e hidrológicos de una cuenca hidrográfica.**

Morfometría	Significado morfométrico
Longitud del cauce principal (km):	A mayor longitud, mayor $T_c$ . Está influido por la pendiente.
Elevación media (msnm):	Distribución espacial del escurrimiento y distribución térmica.
Área (km <sup>2</sup> ):	Tamaño relativo, a menor tamaño, menor capacidad de colectar agua y menor volumen de ésta. Se correlaciona directamente con su longitud e inversamente con la densidad de drenaje.
Desnivel (m):	Variación altitudinal, si es mayor hay más variedad climática y ecológica
Coficiente de forma ( $K_f$ ):	Grado de achatamiento. Valores altos indican tendencia a la concentración de aguas (formación de crecidas).
Coficiente de compacidad ( $K_c$ ):	Grado de circularidad. Valores cercanos a 1 indican tendencia a concentrar mayor volumen de escurrimiento.
Coficiente de alargamiento ( $L_i$ ):	Valores cercanos a 1 corresponde a ríos cortos y por tanto, con mejor respuesta a las lluvias.
Coficiente de masividad ( $K_m$ ):	Una cuenca montañosa implica mayor energía y mayor precipitación en general.

Orden:	Es el valor de la red de drenaje. Indica el grado de estructura que tiene. Un mayor orden indica mayor energía y mayor control estructural y en general, mayor erosión.
Densidad de drenaje (km/km <sup>2</sup> ):	Valores altos indican mayor eficiencia de transporte y mayor velocidad de transporte.
Número de escurrimientos:	A mayor número mayor capacidad de coleccionar agua y mayor erosión.
Pendiente del cauce principal:	A mayor pendiente mayor velocidad de desplazamiento del agua, menor tiempo de concentración y menor infiltración.
Tiempo de concentración (T <sub>c</sub> ):	A mayor tiempo, mayor volumen de agua. También puede indicar un mayor escurrimiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La hidrografía de la microcuenca la constituye el lago de Cuitzeo, las presas: Del Padre, Los Ucuare, El Puerto y Los Caballos. Los escurrimientos se ubican en dos arroyos intermitentes principalmente, que van captando el agua a lo largo de la microcuenca.

Los escurrimientos se concentran en dos arroyos intermitentes principalmente, que van captando el agua a lo largo de la microcuenca hasta el Lago de Cuitzeo o a las presas Del Padre, Los Ucuare, El Puerto y Los Caballos (Figura 2).

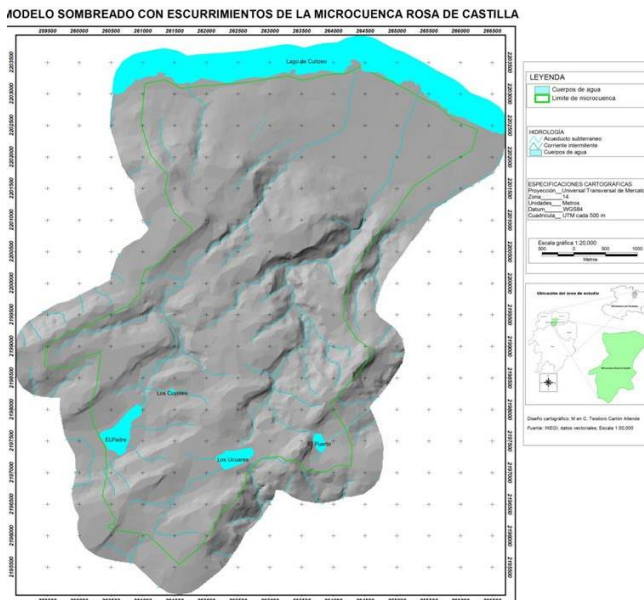


Figura 2. Mapa de escurrimientos en la microcuenca “Rosa de Castilla”, Mpio. de Copándaro, Mich.

Entre los resultados más importantes en la microcuenca, se tiene un factor de forma 0.394 por lo que se clasifica como muy poco achatada, pero el índice de alargamiento 2.09 que indica que es una microcuenca moderadamente alargada; Coeficiente de masividad de 80.13 que indica que su superficie es moderadamente montañosa; una longitud del cauce principal de 9.7 km que lo clasifica como corto; con un intervalo de altitud de 1,860-2,440 msnm que representa una clasificación corta; , coeficiente de masividad de 80.13; la , Número de escurrimientos 48, tiempo de concentración de 2.602 min y escurrimiento máximo de 288.89 m<sup>3</sup>/seg. La caracterización es base para la elaboración del Plan de Manejo, que contribuya en la

recuperación de la capacidad productiva de la microcuenca y se incremente la calidad de vida de sus habitantes (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características hidrológicas de la microcuenca “Rosa de Castilla”, municipio de Copándaro, Mich.

Característica morfométrica	Valor	Clasificación
Perímetro	27.650 km	---
Área	26.83 km <sup>2</sup>	Muy pequeña
Longitud del cauce principal	9.750 km	Corto
Intervalo de altitud	1,860-2,440 msnm	Corto
Coefficiente de forma	0.479	---
Factor de forma	0.394	Muy poco achatada
Relación de elongación	1.451	---
Índice de alargamiento	2.09	Moderadamente alargada
Relación de circularidad	0.44	---
Coefficiente de compacidad	1.49	De oval redonda a oval oblonga
Coefficiente de masividad	80.13	Moderadamente montañosa
Orden	3	Medio
Densidad de drenaje	1.15	Baja
Número de escurrimientos	48	Bajo
Relación de bifurcación	2.0	---
Coefficiente orográfico	172.28	---
Tiempo de concentración	2.602 min	Rápido
Escurrimiento máximo	288.89 m <sup>3</sup> /seg	---

Tanto en la microcuenca como en el municipio de Copándaro, el 84.68 % del agua dulce disponible proviene de fuentes subterráneas y el resto de fuentes superficiales. El número de fuentes subterráneas que se ubican en la microcuenca son 19 pozos.

## CONCLUSIONES

La microcuenca tiene una forma poco achatada o moderadamente alargada, con superficie moderadamente montañosa, con 48 escurrimientos, un tiempo de concentración de 2.602 min y un escurrimiento máximo de 288.89 m<sup>3</sup>/seg.

La caracterización morfométrica e hidrológica, es base para la elaboración del Plan de Manejo, que contribuya en la recuperación de la capacidad productiva de la microcuenca y se incremente la calidad de vida de sus habitantes.

Las acciones que se realicen en la microcuenca “Rosa de Castilla” deben ser determinadas a través de diagnósticos y planes de manejo que impulsen el desarrollo sustentable, basados primordialmente en la participación comunitaria como lo señalan los lineamientos de operación para el otorgamiento de apoyos para el proyecto desarrollo y ordenamiento ambiental por cuencas y ecosistemas Lerma-Chapala.

## LITERATURA CITADA

- Pulido M., L. y R. Medina M. 1991. La conservación del agua y el suelo en el manejo integral de cuencas. *In: Memoria del seminario sobre Conservación de agua y suelo (manejo integral de cuencas)*. IMTA. Tlaxcala, México. Pp. 192-198.
- Sánchez V., A. 1987. Conceptos elementales de hidrología superficial. Agua, cuenca, vegetación. División de Ciencias Forestales-Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 149 pp.



Vargas U. G.; Merlos A. H.; Topete B. A.; Santos C. A. y Carrillo A. J. C. 2007. Perspectivas de solución a los problemas ambientales de la cuenca del Lago de Cuitzeo. In: Simposio Acciones y resultados para el desarrollo sostenible de la cuenca del Lago de Cuitzeo, Michoacán. Trabajos en extenso. INIFAP-COECYT-SEDAGRO-UMSNH-UNAM-IRD-SAGARPA-CONAFOR-COFOM-SEMARNAT-OOAPAS. Morelia, Mich. 11 p

Vargas V. S. 2007. La política pública del agua; condiciones para la gobernabilidad del agua en la gestión por cuenca hidrológica. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.



## CARBONO EN EL SUELO MINERAL EN BOSQUES MANEJADOS DE *Pinus patula* Schiede & Deppe

\*Ordóñez P. C.<sup>1</sup>; Ángeles P. G.<sup>2</sup>; Ramírez M. H.<sup>3</sup>; Gómez G. A.<sup>2</sup>; López L. M. A.<sup>2</sup> y Bojorges S. J. A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias <sup>2</sup>Colegios de Postgraduados <sup>3</sup>Universidad Autónoma Chapingo  
ordonez.casimiro@inifap.gob.mx

T-77

### RESUMEN

Se determinó la concentración y se estimó la cantidad de Carbono en el reservorio subterráneo en bosques manejados de *Pinus patula* en el Ejido la Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo, México. El estudio se basó en una cronosecuencia de 25 años, el uso del tiempo como variable cambiante permitió contar con bosques de diferente edad, teniendo bosques en su etapa de brinzal, monte bravo y fustal. Asumiendo que el cambio en los reservorios de Carbono en el suelo mineral es poco perceptible en el corto plazo, el estudio se dejó por lo menos dos años de diferencia entre cada edad de los rodales. Se consideraron edades diferentes del rodal. Se tomaron muestras en cinco puntos a lo largo de un transepto, en cada punto de muestreo se tomaron dos muestras de suelo a profundidades de 0-15, 15-30 y 30-45 cm. Se observó un ligero incremento en el contenido de carbono subterráneo después de la cosecha del bosque. El contenido de carbono varió de 219 a 314.5 Mg.ha<sup>-1</sup> en profundidades de 0-45 cm. El rodal que presentó el mayor contenido de carbono fue el de seis años, mientras que el menor contenido de carbono se observó en el rodal de 17 años. Sin embargo no se detectó un patrón claro de comportamiento del contenido de carbono subterráneo con la edad del rodal. La mayor concentración de carbono se encontró en los primeros 15 cm de profundidad del suelo teniendo una disminución conforme aumento la profundidad. La cantidad de carbono estimada en la capa de suelo perteneciente a los primeros 15 cm fue de 114.20 ± 7.4 Mg.ha<sup>-1</sup>; en la capa de suelo media de 15-30 el almacenamiento estimado fue de 81.92 ± 5.4 Mg.ha<sup>-1</sup> y en la profundidad de 30-45 cm se encontraron almacenados 58.57 ± 6.0 Mg.ha<sup>-1</sup>. La cosecha de los bosques no tiene un impacto negativo sobre los reservorios del carbono subterráneo. Más aun, se observó un ligero aumento de éste pocos años después de la aplicación de la corta de regeneración.

**Palabras clave:** Método de Desarrollo Silvícola, contenido de carbono en el suelo, *Pinus patula*.

### INTRODUCCIÓN

Como resultado de la creciente preocupación sobre el medio ambiente y el calentamiento global, la importancia de los bosques como sumideros de carbono ha ganado mucho realce. Dada la importancia del carbono orgánico en el suelo en los procesos de los ecosistemas y las posibilidades de retroalimentación atmosférica de CO<sub>2</sub>, un mejor conocimiento de la cantidad y distribución espacial del carbono almacenado es fundamental para una mejor predicción en los cambios en el equilibrio del carbono terrestre (Bhatti *et al.*, 2002).

Aunque la estimación del carbono almacenado en el suelo es difícil de cuantificar ésta es necesaria para entender mejor la distribución y la importancia de los almacenes aéreos y subterráneos de carbono en los ecosistemas terrestres (Acosta *et al.*, 2001). La inclusión de estos componentes es importante ya que una mitad del carbono asimilado en la vegetación de un bosque eventualmente entra en el suelo por medio de la incorporación y pudrición de la hojarasca caída, detritus leñosos sobre el suelo y raíces muertas (Husch, 2001). En general, la cuantificación de carbono en la parte aérea es más o menos bien conocida y se cuenta con métodos relativamente precisos. Sin embargo, el estudio de la dinámica del carbono en la parte



subterránea ha tenido menores avances por su dificultad y la gran variedad espacial y temporal. Estudiar la dinámica de la acumulación de carbono en el suelo llevaría muchos años, pero una alternativa es la utilización del enfoque de cronosecuencias. Este se basa en el estudio de bosques de diferente edad, en donde se asume que lo que está ocurriendo en una edad temprana en desarrollo del rodal, ocurrió en rodales de edad avanzada; y a su vez lo que ocurre en rodales de mayor edad, también ocurrirá en rodales que actualmente son jóvenes.

### Objetivo

Estimar el carbono almacenado en el suelo mineral en una cronosecuencia de 25 años en bosques de *Pinus patula*, sujeto a manejo forestal.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio está ubicada en el ejido la Mojonera perteneciente al municipio de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo. En el ejido se realizan prácticas silvícolas desde hace más de 25 años, el método de manejo forestal implementado es el Método de Desarrollo Silvícola (MDS) y se encuentra en su tercer ciclo de corta por lo cual podemos encontrar boques jóvenes con diferentes edades y un bosque maduro con una edad estimada de 80 años.

#### Selección de sitios

Sabiendo que en el área de estudio se practica el MDS, y se encuentra en su tercer ciclo de corta, los bosques presentes son coetáneos, ya que el método de regeneración es el de árboles padres, en que se dejan entre 16 a 24 de los mejores ejemplares y posteriormente, ya establecida la regeneración son aprovechados. Por lo que la masa forestal presenta arbolado similar para ese año de aprovechamiento. Para fines del presente estudio se seleccionaron ocho diferentes condiciones en edad de los bosques.

**Muestreo del Suelo:** Este se llevó a cabo sobre un transecto establecido a lo largo del eje mayor de cada anualidad seleccionada, ubicando 5 puntos de muestreo localizados de forma sistemática, la distancia entre puntos de muestreo fue diferente en cada anualidad, ya que la superficie de esta no es igual, pero no fue menor a 25 m. también se tomó en cuenta la condición topográfica, aunque la variación en pendiente en general es baja.

La toma de muestras se realizó en las áreas e corta de los años, 1982, 1986, 1991, 1995, 1998, 2001, 2005 y en el bosque sin tener aprovechamiento (AN). Estas muestras se tomaron de acuerdo a la metodología propuesta por Acosta (2001), en la cual se toman muestras inalteradas a tres diferentes profundidades, de 0-15, 15-30 y 30-45. Se definió un sistema que permitió regresar al mismo punto en futuros muestreos. Este sistema es similar a un “reloj”, con un círculo de 1 m de diámetro, y el norte magnético se hace coincidir con las 12 horas Figura 1. Las muestras de suelo se obtuvieron con una barrena cilíndrica AMS Soil Sampling Equipment (4.7 cm de diámetro y 15 cm de largo) provista de un martillo que aplica una fuerza similar en cada golpe y proporciona muestras tabulares de suelo inalteradas. Estas muestras se colocaron en bolsas de plástico herméticas debidamente etiquetadas. El trabajo en laboratorio consistió en 1. Separación de piedras, raíces y otros elementos distintos al suelo. 2. Secado del suelo a una temperatura de 105 °C, durante 72 horas. 3. Tamizado del suelo del suelo con malla 10 y posteriormente una submuestra tamizada con malla 100. 5. Determinación de la concentración de carbono en el suelo mediante un analizador automático de carbono total (Shimadzu TOC 5000-A).

**Determinación del C en raíces finas:** las raíces fueron secadas en una estufa de secado a 70 °C por un periodo de 24 h para calcular la biomasa radical en cada muestra. Para el análisis de C rea realizó una mezcla de todas las raíces encontradas por anualidad estudiada, para obtener





muestras compuestas. Las muestras se secaron a 78 °C durante un periodo de 48 horas, las muestras fueron molidas en un molino Thomas Wiley Mill modelo ED-5. Al determinación de la concentración de carbono en el suelo mediante un analizador automático de carbono total (Shimatzu TOC 5000-A).

Cálculo del contenido de C en el suelo: Para el cálculo de la cantidad de cantidad de carbono almacenado en el suelo por unidad de superficie a una profundidad dad, se requiere de la medición de la densidad aparente del suelo. El volumen de suelo muestreado fue corregido tomado en cuenta el volumen ocupado por piedras y raíces, calculando en primer instancia sus densidades. Con las densidades de estos materiales se estimó el volumen, el cual se restó a la muestra de suelo para determinar la densidad aparente a través de s siguiente ecuación.

$$DAp = \frac{Pss}{0.7854 * DB^2 * pm - voe}$$

Donde:

DAp = Densidad aparente del suelo (g/cm<sup>3</sup>)

Pss = Peso de suelo seco (g)

DB = Diámetro de la barrena (cm)

pm = Profundidad de la muestra (longitud del cilindro en cm)

voe= Volumen ocupado por material diferente al suelo mineral (raíces, piedras y residuo vegetales)

El factor 0.7854 resulta de dividir Pi/4

### Resultados y discusión

La concentración de carbono en raíces finas se presentó entre valores que van de 36 a 40 % de carbono por unidad de masa. Estos valores se encuentran dentro del intervalo de concentración reportadas en otros estudios en sitios del bosque mesófilo de montaña (Avilés, 2005, Acosta 2001).

No se detectó un patrón definido en el carbono almacenado en raíces finas respecto a la edad del rodal. La mayor aportación d C en las raíces finas se da en las edades del rodal de 6 y 9 años y en la profundidad de 0-15 cm, con una aportación de 11.16 y 8.77 Mg.ha<sup>-1</sup> respectivamente. Estos valores son considerablemente más altos que los reportados por Acosta (2003) para un bosque de Liquidámbar en Oaxaca con 4.7 Mg.ha<sup>-1</sup>.

Se observó una alta variación en el contenido de carbono en raíces finas respecto a la edad del rodal. Aunque no de detectaron diferencias estadísticas significativas entre edades por cada profundidad de muestreo, se puede observar un patrón de cambio en el carbono de raíces finas que aumenta hasta los nueve años de edad del rodal, para posteriormente disminuir y alcanzar un mínimo en edades que van de 12 a 17 años. Posteriormente el carbono en raíces finas aumenta a cantidades similares a las obtenidas en los rodales sin intervención (80 años). Estos resultados se pueden explicar debido a la proliferación de una gran cantidad de especies de diferente hábito de crecimiento (herbáceas, arbustivas y arbóreas) durante la etapa de establecimiento del nuevo rodal y la consecuente acumulación de raíces, sobre todo en las capas superficiales del perfil del suelo. Es decir, un comportamiento inversamente proporcional con la profundidad; conforme incrementó la profundidad del suelo la cantidad de raíces finas disminuyó.

El estudio de acumulación de carbono en el suelo analizado desde el punto de vista de cronosecuencias en el bosque de *Pinus patula* bajo manejo, mostró que la mayor parte de carbono aportado por las raíces fue observada en los primeros 15 cm de manera consistente en todas las edades de los bosques estudiados. La profundidad de 0-15 cm contiene 5.36 Mg.ha<sup>-1</sup>



de C, mientras que la profundidad de 30-45 cm contienen  $3.39 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Si se toma como referencia el bosque natural se nota un aumento constante durante los primeros 10 años de edad del rodal. Posteriormente una disminución que coincide con el cierre de copas, para después aumentar nuevamente alcanzando niveles originales.

La concentración de carbono obtenida con el analizado varió de 11.92 a 18.87 % en la profundidad de 0-15 cm. En la profundidad 15-30 cm fue de 7.35 a 12.5; mientras que en la tercera profundidad de 30-45 cm la concentración de carbono estuvo dentro del intervalo de 4.05 y 7.66 %. Se observó el patrón general de distribución de la concentración de carbono en el suelo mineral con el aumento de la profundidad del perfil del suelo.

Los resultados de concentración de Carbono obtenidos de este estudio son menores a los reportados por Acosta (2003) en la región Mazateca y Mixe. Este autor reportó concentraciones de 27.3, 30.8 y 33.1 % respectivamente para las tres regiones en la profundidad de 0-15 cm. Los valores en la profundidad de 15-30 cm fueron de 19.4, 20.8 y 22.5 % en las tres regiones mencionadas. Mientras que en la profundidad de 30-45 cm, la concentración en carbono fue de 15.9, 12.2 y 15.3 % respectivamente.

Los valores de contenido de carbono en el suelo mineral presentaron una variación de  $95.92$  a  $155.93 \text{ Mg C ha}^{-1}$  en la profundidad de 0-15 cm; de  $69.31$  a  $92.4 \text{ Mg C ha}^{-1}$  en la profundidad de 15-30 cm; de  $47.26$  a  $69.31 \text{ Mg C ha}^{-1}$  en la profundidad de 30-45 cm.

El almacén de C en el suelo se encuentra en mayor proporción en la parte más cercana a la superficie, existe una diferencia en el contenido de C en la distribución vertical. El contenido de carbono promedio en las tres profundidades evaluadas fue de  $114.21$ ,  $81.92$  y  $58.57 \text{ Mg C ha}^{-1}$ . Se detectaron diferencias estadísticas significativas entre las profundidades muestreadas.

## CONCLUSIONES

Se detectó un incremento en la concentración y contenido de carbono en el suelo en los primeros años después de la cosecha del bosque. Sin embargo no se observó un patrón de cambio bien definido con la edad del rodal.

La distribución vertical de carbono muestra una diferencia bien marcada en cuanto a la profundidad, presentándose la mayor cantidad de carbono en las capas más cercanas a la especie y disminuyendo conforme aumenta la profundidad del perfil.

La cantidad de carbono almacenado en bosques manejados de *Pinus patula* en el área de estudio, fueron en promedio superiores a los valores reportados en la literatura, lo que sugiere el alto potencial de ésta especie y sitio en el proceso de secuestro de carbono.

## LITERATURA CITADA

- Acosta M. M.; J. D. Etchevers B.; K. Quednow y C. Monreal. 2001. Una metodología para la medición del carbono almacenado en la parte aérea de sistemas con vegetación natural e inducida en terrenos de ladera en México. En: Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales. 18 al 20 de octubre. Valdivia, Chile 11 p.
- Acosta M. M. 2003. Diseño y aplicación de un método para medir los almacenamientos de carbono en sistemas con vegetación forestal y agrícola de ladera en México. Tesis Doctorado. Programa de Edafología. Colegio de Postgraduados. Montecillo México. 135 p.



- Avilés, A. V. 2005. Reservas de carbono en una toposecuencia del bosque de *Fagus grandifolia* subsp. Mexicana en Zacualtipán, Hidalgo. Tesis de Maestría. Posgrado Forestal. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 135 p.
- Bhatti, J.S.; Apps, M.j. and Tarnocai, C. 2002. Estimates of soil organic carbono stocks in central Canada using three different approaches, NRC Canada. Pp. 805-812
- Husch, B. 2001: Estimación del contenido de carbono de los bosques. En: Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales. 18 al 20 de octubre. Valdivia, Chile 9 p.



## PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE LA ESPECIE MEDICINAL (*Justicia spicigera* Schlechtendal) EN OTOÑO, EN XOCHIMILCO, D. F.

González-López M. M<sup>1\*</sup>; Fierro-Álvarez A<sup>1</sup>; López-López R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Profesor Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana. Correo electrónico: mglopez@correo.xoc.uam.mx y andresfierro\_agro@yahoo.com.mx; <sup>2</sup>.Investigador Campo Experimental Huimanguillo-INIFAP, Tabasco.

T-98

### RESUMEN

Se evaluó la propagación vegetativa de la especie medicinal conocida como muicle (*Justicia spicigera* Schlechtendal), en Xochimilco, D. F., utilizando tres tipos de esquejes: herbáceos, leñosos y semileñosos). Los resultados obtenidos mostraron que en el mismo sustrato y tratamiento los esquejes herbáceos presentan mejor prendimiento y mayor número de brotes que los esquejes semileñosos y leñosos, sin embargo el hecho de que existan brotes en ambos esquejes no necesariamente se debe a la producción de la raíz. Pero este prendimiento puede variar en cada especie que se desee propagar y de acuerdo a las características que presente la planta madre de cual se va a obtener la nueva planta.

**Palabras clave:** Esquejes, muicle, otoño, propagación vegetativa

### INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos más importantes a considerar para introducir una especie vegetal es la germinación y la propagación, es decir, conocer los factores que intervienen para que una semilla pueda germinar, esto nos indica la facilidad con la que puede esa especie sobrevivir bajo determinadas condiciones ecológicas (Estrada, 1992). De acuerdo a esta inquietud, la producción de plantas medicinales considera la forma de propagación, el muicle), una especie medicinal de amplio uso en verde, que se requiere como planta viva, emite flores pero no produce semillas, por lo que su propagación deberá hacerse a partir de sus partes vegetativas (asexual), es decir, por esquejes o acodos.

El muicle presenta hojas de color verde oscuro de 7 cm de largo aproximadamente. La flor es de color uniforme, en tonalidades amarillentas y rojas, las cuales cuelgan del tallo por lo que de ahí proviene el característico nombre de trompetilla. El fruto es mediano, de forma semiesférica y consistencia semileñosa, de 7 a 10 cm de diámetro y semillas pequeñas con sabor semidulce. Es un arbusto erecto o escandente, que alcanza hasta 5 m de alto. Los tallos jóvenes son cuadrangulares, pubérulos a lo largo de 2 líneas. Las hojas ovadas, de 6.5 a 17 cm de largo y 3.5 a 9 cm de ancho, el ápice acuminado, la base atenuada, las hojas secas frecuentemente negro-purpúreas; con pecíolos de 0.5 a 1 cm de largo. Las inflorescencias en forma de panículas espigadas laxas, terminales y axilares, secundifloras, de hasta 10.5 cm de largo, con pedúnculos de 1.7 a 4 cm de largo, brácteas subuladas, de 1 a 1.5 mm de largo; sépalos 5, subulados, 2.5 a 3 mm de largo, glabros; corola 35 a 44 mm de largo, glabra, anaranjada, el labio inferior enrollado; estambres con tecas subiguales, basalmente apiculadas.

Tradicionalmente el muicle se considera un tónico sanguíneo de naturaleza fría y se utiliza para aliviar trastornos menstruales y anemia, así como enfermedades metabólicas que “envenenan la sangre”, del tipo de la gota. También se emplea para los nervios, el insomnio, bronquitis, cólicos intestinales, vómito y epilepsia. Por su versatilidad de usos, el muicle resulta un valioso apoyo terapéutico en la recuperación del paciente adicto a la cocaína. Se cosecha en primavera que es cuando tiene floración y presenta las hojas verdes.



Esta es una especie vegetal que se localiza en huertos y jardines como planta de ornato, y la información agronómica sobre su cultivo y propagación es escasa, ya que por ser una especie de cuasi-silvestre es de poco interés agronómico, ya que se ha considerado más el uso medicinal tradicional, por lo que es necesario general esta información

### **Objetivo**

Evaluar la Propagación asexual del muicle utilizando dos tipos de esquejes: EML esquejes de muicle leñosos; EMSL esquejes de Muicle semileñosos y EMH esquejes de muicle herbáceos, en el otoño (septiembre-diciembre), en el sur del D. F.

### **Hipótesis**

Los valores de enraizamiento, independientemente del tipo de esquejes de muicle, en esta época del año son bajos y no producirán una nueva planta.

### **METODOLOGÍA**

El trabajo de investigación se realizó en los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2010, en el predio agrícola “Las Ánimas” de la UAM-Xochimilco, ubicado en Santiago Tulyehualco, Xochimilco, D. F., en las coordenadas 19°15'21'' LN y 99°01'03'' LW, y a 2245 m.s.n.m.

Las plantas madre se caracterizaron por: estar en su etapa fenológica de madurez, no presentar plagas o síntomas de alguna enfermedad visible y presentar un estado vigoroso

Se preparó una mezcla de sustrato mediante una relación 1:1:1 de composta, tezontle y agrolita, respectivamente, con una pala para llenar las bolsas de polietileno de 10 x 10 cm de polietileno negro calibre 600. Se cortaron 900 esquejes, 300 herbáceos, 300 leñosos y 300 semileñosos, se colocaron 2 esquejes por bolsa, a cada esqueje se aplicó un una auxina sintética (AIB) comercial RADIX 1500, para inducir a la generación de raíces adventicias, una vez que se colocó en la bolsa, se regaron. Los esquejes fueron regados manualmente dos veces a la semana, una vez con agua y otra agrando al agua el producto comercial RAIZAL 400, su contenido es de 400 ppm de Auxina, Nitrógeno (9%) , Fosforo (45%), Potasio (11%) , Magnesio (0.6%) , Azufre (0.8%), la dosis semanalmente vario de 0.5gr en los primeros días hasta 5gr/l en las semanas finales. Además se realizaron cuidados preventivos contra hongos e insectos, mediante el uso de fungicidas e insecticidas: Cupravit, Fractal, Biocrak y azufre concentrado.

Los tratamientos evaluados fueron los tres tipos de esqueje. Cada tratamiento constó de 100 esquejes, con tres repeticiones por tratamiento para un total de 300 esquejes, los cuales se sembraron en una maceta de polietileno negro de 10 x 10 cm, los cuales se colocaron bajo una cubierta plástica en un diseño experimental de bloques al azar. A los 50 días, se realizaron las mediciones, se tomaron 10 macetas 20 plántulas por repetición, dando un total de 60 plántulas por tratamiento, en los que se evaluó el prendimiento (enraizamiento), número de plántulas con hojas. Finalmente las medias de todos los datos y variables se pasaron a un paquete estadístico llamado paquete de diseños experimentales FAUNAL. Versión 2.5 hecho por la Universidad Autónoma de Nuevo León, facultad de agronomía (Olivares, 1994).

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

A los 50 días después de la siembra se evaluaron los esquejes, para ver su formación de raíces secundarias, y plántulas con brotes. En el Cuadro 1, se muestra el número de esquejes que se convirtieron en plántulas al presentar brotes con hojas vivas.

Cuadro 1. Porcentaje de prendimiento, número de brotes generados y diámetro de cobertura foliar por tipo de esqueje.



Tratamiento	Nombre	Enraizamiento adecuado por tratamiento	Esquejes con raíz (%)	No. de brotes con hojas vivas por esqueje	Diámetro de cobertura foliar (cm)
EMH	Herbáceo	209	70 a	2.3 a	2.10 b
EMSL	Semileñoso	198	66 ab	1.9 a	4.25 a
EML	Leñoso	105	34 c	1.0 b	3.10 b

\*Diferencia significativa prueba de Tukey nivel de significancia 0.05.

Los esquejes herbáceos presentaron mejor prendimiento, debido a que se encuentra en una etapa de desarrollo, y en los esquejes leñosos los valores de prendimiento fueron bajos, de igual forma el número de yemas que se desarrollo fue mayor en los esquejes herbáceos y el menor fue para los leñosos, es importante mencionar que en todos los tipos de esqueje el número de yemas que se dejaron fue de tres. El factor limitante para el enraizamiento de los diferentes tipos de esquejes fueron las bajas temperaturas ya que el 90 % de los esquejes no origino raíz primaria en el tiempo de primavera-verano, que es 35 días (Molano 2007).

Por último es de resaltar que las plántulas de esquejes semileñosos presentaron un diámetro e cobertura foliar mayor que el emitió por los herbáceos y leñosos, esto pude deberse a las reservas presentes en los esquejes leñosos.

### CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, los esquejes herbáceos presentan mejor prendimiento y mayor número de brotes con el mismo sustrato y tratamiento que los esquejes semi leñosos y leñosos, sin embargo el hecho de que existan brotes en ambos esquejes no necesariamente se debe a la producción de la raíz.

### LITERATURA CITADA

- Estrada, L. E. 1992. Plantas medicinales de México. UACH, México.  
Molano, D. 2007. Propagación de plantas medicinales y aromáticas. CPR de Trujillo.  
Olivares, E. 1994. Paquete de diseños experimentales, FAUANL Versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL.



## EFECTO FOTOBLASTICO EN SEMILLAS DE LA GERMINACIÓN DE *Argemone ochroleuca* subsp *ochroleuca*

\*Fierro-Álvarez A.<sup>1</sup>; González-López M. M.<sup>1</sup>; López-López R<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>. Profesor Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana. Correo electrónico: afierro@correo.xoc.uam.mx y andresfierro\_agro@yahoo.com.mx; <sup>2</sup>. Investigador Campo Experimental Huimanguillo-INIFAP, Tabasco.

T-99

### RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar si las semillas de Chicalote (*Argemone ochroleuca* subsp *ochroleuca*) latencia fotoblásticas. Las semillas fueron recolectadas en los predios “Las Animas” Tulyehualco, Xochimilco México D.F. para la prueba de la presencia de latencia fotoblásticas, experimentos de germinación se llevaron a cabo con semillas en tratamientos pregerminativos de ácido giberélico y escarificación con HCl. Las semillas se sembraron y se sometieron a dos tratamientos de luz: luz roja (660 nm), la luz roja lejana (730 nm), en cámaras húmedas con unidades experimentales de 100 semillas con (tres repeticiones por tratamiento). Los experimentos se llevaron a cabo a una temperatura constante de 20 ± 30 ° C y 12:00 horas de fotoperiodo. Los resultados muestran que los porcentajes de germinación final de las semillas no fueron afectados por la calidad de la luz en el marco de gradiente de color rojo puesto que sus germinaciones fueron de hasta un 58.0%. Se ha estudiado en una serie de experimentos donde los factores investigados incluyen: luz con gradientes de color rojo y rojo lejano. Por otra parte, la germinación en soluciones de ácido giberélico, después de la escarificación.

**Palabras clave:** Fotoblastismo, Acido giberélico, *Argemone ochroleuca* subsp *ochroleuca*),

### INTRODUCCION

El género *Argemone* (*Papaveraceae*) incluye 30 especies, todas presentan espinas en los tallos, hojas y cápsulas. La especie *Argemone ochroleuca* subsp *ochroleuca*, forma parte de complejo “chicalote”, es una especie, es una arvense de entre 0.80 1.0 m de altura, los tallos son de color azuloso-blanquecinos y espinosos; cuando se le hace un corte, sale un jugo lechoso y amarillo, esta es la principal diferencia con la amapola espinosa (*Argemone mexicana* L.). Las hojas tienen divisiones con dientes y una espina en la punta; sus flores son de color amarillo, crema o blanco, solitarias y grandes, parecen de papel. Es originaria de México. Crece en climas cálido, semicálido, semiseco y templado, desde el nivel del mar hasta los 2600m. Es una especie vegetal que crece regularmente en terrenos abandonados o asociada a vegetación perturbada de bosque tropical caudifolio, matorral xerófilo, bosque mesófilo de montaña; bosques de encino y de pino, como ruderal, pero también en como maleza, en cultivos de lechuga, calabaza, rábano, entre otras hortalizas. En la actualidad es una especie vegetal que crece en todos los climas cálidos del mundo. La *Argemone ochroleuca* es una de las malezas de gran importancia en Australia y en varias partes de África. Además de ser competitiva con las especies cultivadas, las especies *Argemone* contienen sustancias tóxicas que impactan en la germinación de semillas de interés agrícola (Flores *et al.*, 2013). Es una especie medicinal: todas las partes del chicalote tienen componentes activos protopina, berberina y diversos isoquininas, las hojas y las semillas se usan en infusión como sedante, analgésico y para la tos; posee además un ligero efecto narcótico; toda la planta contiene un látex amarillo que se usa externamente contra verrugas; alivia el insomnio; en los ojos disminuye la irritación y destruye carnosidades y “nubes”; las inflamaciones y dolor de muelas, también se usa en rituales como hierba embriagante (Anónimo, 2010).

Es una especie de crecimiento espontáneo, no domesticada, por los estudios agronómicos son casi nulos, y las investigaciones para que involucren la germinación son nulas, por lo que su información es casi inexistente, no así en los aspectos químicos, farmacológicos, psicológicos, herbolarios, médicos.

En la especie de crecimiento espontáneo, las semillas presentan algún tipo de latencia, es decir, que no germinan inmediatamente cuando son colocadas en sus condiciones de germinación apropiadas, esta se puede romper modificando las condiciones de temperatura, la dureza de la corteza, las concentraciones de fitoreguladores (fitohormonas), es decir que se modifique las condiciones física o química de la semilla, o una combinación de diferentes factores. La latencia de las semillas se puede modificar de forma natural, el lleva periodos muy largos de tiempo, o de forma artificial acelerando su rompimiento para poder acelerar los tiempos de germinación y del crecimiento de la planta (Bradbeer, 1988 y Camacho, 1994).

*Argemone ochroleuca* y la *A. mexicana* tienen embriones lineales (Petentii y Del Vitto, 2000), por lo que ambas especies tienen un tipo de embrión poco desarrollado y algún tipo de latencia morfológica, además presenta una testa muy dura situación que le permite permanecer por largos periodos de tiempo en los bancos de semilla, y germinar de forma gradual, esta testa muy dura, impide su germinación, por lo que desarrollaron pruebas para medir el porcentaje de germinación, de emergencia y prendimiento de plántula y el número de días requeridos por la semilla (*Argemone ochroleuca* subsp *ochroleuca*), tratadas y no tratadas con ácido clorhídrico y giberelinas (Fierro et al., 2012), el ácido clorhídrico adelgaza la testa y la fitohormona permitió el desarrollo del embrión dentro de la semilla antes de la germinación, aunque se requieren más investigaciones para saber si existen otros tipos de dormición.

De acuerdo con Smith (1973), fue Evenari en el año de 1965 quien acuñó el término fotoblastismo. Evenari (1965) designó el efecto que tiene la luz sobre la germinación de las semillas. Donde se denominó fotoblastismo a la condición de las semillas donde existen tres posibles respuestas de germinación por efecto de la luz a) especies con requerimiento absoluto de luz (fotoblastismo positivo), b) las que germinan de manera similar en luz y en oscuridad (fotoblastismo neutro) y c) las que tienen un requerimiento absoluto de oscuridad (fotoblastismo negativo).

Dado que existe interés creciente en obtener información acerca del comportamiento fisiológico con efectos de la luz, es por ello que se llevó a cabo la utilización del rojo y rojo lejano para saber si las semillas de chicalote presentan fotoblastismo, además del uso del ácido giberélico esperando incrementar el porcentaje de germinación por la presencia de dormición. El objetivo es el siguiente.

### **Objetivo**

El presente trabajo tiene como objetivo el aplicar diferentes concentraciones de ácido giberélico y escarificación en semillas de *Argemone ochroleuca* subsp *ochroleuca*, para romper su dormición en presencia de fotoblastismo rojo y rojo lejano. Con el fin de cuantificar el porcentaje de germinación para estimar los días requeridos para su germinación, tratadas y no tratadas con ácido giberélico en presencia de fotoblastismo.

### **MATERIALES Y METODOS**

El trabajo se realizó en el predio agrícola “Las Ánimas” del proyecto Tulyehualco, Xochimilco, D.F., de la UAM-Xochimilco, durante el año 2011 y 2012. Se evaluó la propagación sexual por semillas de *Argemone ochroleuca* subsp *ochroleuca*, las cuales fueron recolectadas de plantas madre de nueve años, sembradas y cultivadas en el predio agrícola “Las Ánimas”, el que está



ubicado a 2250 msnm, con clima templado sub-húmedo, lluvias de verano, precipitación media anual de 700 mm y temperatura media anual de 18 °C. La recolección de semillas se realiza desde el año 2011 hasta la fecha, las semillas usadas en estas pruebas fueron las obtenidas al final de la época de floración del año 2011, las semillas se obtuvieron de frutos maduros, una vez recolectadas estas fueron secadas durante 10 a 15 días a la sombra. A las que se les realizaron diferentes pruebas como la calidad que incluye: a. El peso de 1000 semillas; b. El tamaño y forma de las semillas, se midió su largo, ancho y grosor de un total de 50 semillas de cada lote evaluado, las medidas fueron realizadas con un vernier digital y c. Tratamientos en inmersión de ácido clorhídrico (HCl) con pureza del 36.0%, las semillas se sumergieron en HCl en diferentes tiempos de 5, 15 y 30 minutos en un vaso de precipitado en el que se vertió la cantidad de ácido clorhídrico suficiente para cubrirlas. Transcurrido este tiempo las semillas se enjuagaron con agua corriente, para limpiar todo residuo del ácido d. El porcentaje de germinación de las semillas, para lo cual se utilizaron charolas germinadoras como cámaras húmedas, para lo que se adaptando contenedores de unicel con tamaño de 18.5 x 17.5 cm de base y 8.5 cm de altura, en su interior se colocó una hoja de papel absorbente al cual se le aplicó agua destilada con un pulverizador, sobre este para mantenerse húmedo donde posteriormente se colocaron las semillas tratadas donde dicho producto fue aplicado cuando se pusieron las semillas en inmersión durante 48 horas, en una mezcla hecha con agua destilada y ácido giberélico en diferentes concentraciones.

- Tratamiento N° 1: Con 200 ppm de GBA + 30 min de HCl+ fotoblastismo rojo y rojo lejano
- Tratamiento N° 2: Con 200ppm de GBA + 15 min de HCl + fotoblastismo rojo y rojo lejano
- Tratamiento N° 3: Con 200ppm de GBA + 5 min de HCl + fotoblastismo rojo y rojo lejano

Cabe mencionar que todas las semillas fueron previamente tratadas con el producto comercial TIMSEN desinfectante cuyo contenido es N-alkildimetilbencil (Amonio clorado al 49 % y UREA tipo G.R.A.S. al 60 %), a razón de 1 gr por litro de agua, así como las semillas sin tratamientos pregerminativos tomándose como control del experimento, una vez colocadas las semillas estas se cubrieron con un papel absorbente el que también se le humedeció aplicando el agua destilada con el pulverizador, se tapó el contenedor de unicel el cual estaba cubierto con papel rojo (luz roja 660 nm aprox) y papel rojo y azul (luz roja lejana 730 nm aprox.) y se colocaron bajo una cubierta plástica, en dicho lugar se disponía de un sensor de temperatura y humedad y al igual que en el interior de la cámara húmeda donde se colocó un sensor de temperatura y humedad para tener un registros de estos aspectos. Cada cámara húmeda funciona como unidad experimental en la que se colocaron 100 semillas, cada tratamiento se realizó con tres réplicas de 100 semillas cada una, un total de 300 semillas. Pasado el tiempo previsto para cada tratamiento pre-germinativo el cual, las semillas se colocaron en las cámaras húmedas ya descritas, las mediciones se realizaron cada 24 horas a partir del momento de la siembra. Cada evaluación se realizó por triplicado cada una.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evaluaron dos lotes de semillas cosechadas y los resultados fueron: El peso de 1000 semillas del lote fue de 0.80 g. En relación con el tamaño se tomó una muestra de 100 semillas por los dos lotes donde los promedios fueron de: 1.5 mm de largo, 1.4 mm de ancho y 2.0 mm de grosor, estas son de color beige y de forma ovada.

En cuanto a los porcentajes de germinación, en la literatura no se reportan información suficiente como para valorar su germinación sin embargo en los revisados se reporta germinación y prendimiento. Los resultados más sobresalientes fueron los siguientes:



## Fotoblastismo rojo

### Porcentaje de Germinación

En cuanto al porcentaje de germinación, en la literatura no se reportan valores concretos en cuanto al porcentaje de manera general especificando solo el uso de ácido giberélico utilizadas en otras variedades con resultados de hasta un 3% de germinación final (Cabot, P., Fanlo, M. 2007), en relación a lo anterior los valores promedio obtenidos a las concentraciones y fotoblastismo utilizado en esta investigación en las charolas de unisel fueron los siguientes: testigo 0%, 200 ppm de GBA + 30 min de HCl+ fotoblastismo rojo con un 58.0%, 200 ppm de GBA + 30 min de HCl+ fotoblastismo rojo 30.0% y Con 200ppm de GBA + 5 min de HCl + fotoblastismo rojo 22.0% (Cuadro 1).

Tratamientos	Tratamiento	Valor en Porcentaje (%)
Germinación de semillas		
Semillas No tratados	0 ppm	0
Semillas sumergidas en solución de Ácido Giberélico, escarificación con HCl y efecto fotoblastico rojo.	200 ppm + 30 min de HCl	58.0
Semillas sumergidas en solución de ácido Giberélico, escarificación con HCl y efecto fotoblastico rojo	200 ppm + 15 min de HCl	30.0
Semillas sumergidas en solución de Ácido Giberélico, escarificación con HCl y efecto fotoblastico rojo	200 ppm + 5 min de HCl	22.0

- Periodo promedio en días para Germinación:

En relación con los días para el inicio de germinación el promedio fue de 25 días después de sembradas,

### Fotoblastismo rojo lejano

La germinación en todas las concentraciones fue totalmente nula

## CONCLUSIONES

Dicha especie tiene dormición en semillas que resulta ser alta, ya que sin tratamientos tiene muy poca germinación inicial y no sustancial en respuesta a las combinaciones de tratamiento pre germinativos, escarificación y fotoblastismo se obtiene un alza en la germinación final.

Se detectó que el mejor tratamiento de interrupción de dormancia fue acidogiberélico a 200 ppm y 30 de HCl más luz roja, lo cual sumado a la, permiten elevar la germinación lo cual muestra la importancia del factor luz en la germinación de esta planta.

*Argemone ochroleuca* subsp *ochroleuca* tiene un comportamiento fotoblastico positivo.

## LITERATURA CITADA

- Anónimo. 2010. El huerto medicinal (Taller). Cultivo y Uso de las plantas medicinales y aromáticas. Un camino hacia la salud integral. Apuntes. Pequeño Manual de Plantas Medicinales. Editorial [www.tierramor.org](http://www.tierramor.org). Diseño Integrado. Pp. 22 a 24.
- Bradbeer, J. 1988. Seed dormancy and germination. Chapman and Hall, New York. 66, 100 p.
- Camacho, M. 1994. Dormición en semillas: causas y tratamientos. Ed. Trillas. México. 125 p.
- Evenari M. 1965. Light and seed dormancy. In: RUHLAND, W. ed. Encyclopedia of plant physiology, Berlin, Gottingen, Heidelberg, Springer, 1965. v. XV/2, p. 804-847.
- Fierro Á. A., González L. M. M., Martínez G. J., Montiel S. D., Olivares O. J. L., Ruiz J. D., Octavio G. A. e Hidalgo M. A. 2012. Rompimiento de la dormición en semillas de



- Chicalote (*Argemone ochroleuca* subsp *ochroleuca*) para la obtención de plántulas. Séptimo Congreso de Medicina Tradicional y Complementarias 19 de Octubre 2012. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco. México.
- Flores M. A. L., Castillo H. D., López V. E., López M. del C., Bernal M. R., Jiménez M. F. E. 2013. Estudio de los efectos de *Argemone mexicana* y *Datura estramonio* sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de jitomate. Novena Reunión Internacional de Productos Naturales Dra. Luisa Urania Román Marín. Revista Latinamericana de Química. Editor Dr. Andrés Navarrete. Editado por MIXIMIM. Universidad Autónoma de Hidalgo, Pachuca, Hidalgo. México. Pp. 74.
- Petenatii E. M. y Del Vitto L. A. 2000. *Papaveraceae*. Flora Argentina. Flora Fanerógama Argentina. Ver: publicaciones\_PAPAVERACEAE-FUMARIACEAE.pdf, consultado 23 September 2014.
- Smith H. 1073. Light quality and germination: ecological implications. In: Heydecker, W. (Editor) Seed ecology. London: Butterworths. Pp. 219-231.



## COLECTA Y CONSERVACION *EX SITU* DE GERMOPLASMA DE YUCA EN EL ESTADO DE VERACRUZ

Meneses M. I.<sup>1\*</sup>; Vásquez H. A.<sup>1</sup>; Rosas G. X.; Becerra L. E. N.<sup>1</sup>.

\*<sup>1</sup>INIFAP. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Cotaxtla. Correo electrónico: meneses.isaac@inifap.gob.mx

T-107

### RESUMEN

Se realizaron recorridos exploratorios y de colecta en las principales áreas de producción de yuca en el estado de Veracruz, lo anterior permitió coleccionar 40 accesiones provenientes de 17 municipios. Las accesiones se establecieron en el Campo Experimental Cotaxtla para su conservación y mantenimiento del germoplasma nativo. Cada una de estas accesiones se les realizó la caracterización preliminar la cual permitió detectar una accesión con potencial para uso como planta de ornato. Con la generación del mapa de distribución real de la yuca se detectó que la mayor diversidad se concentra en la región centro sur del estado, lo que con base en esto se pueden implementar estrategias de conservación en parcelas de los productores para su mantenimiento y aprovechamiento integral en la alimentación humana y animal, y en la industria. Con las nuevas accesiones coleccionadas se incrementó y se conoció parte de la diversidad genética existente en el estado de Veracruz, así como los niveles altitudinales donde es factible el desarrollo del cultivo y su futuro aprovechamiento para diferentes propósitos. Las altitudes donde se encontró yuca estuvo entre el nivel del mar hasta los 600 m.

**Palabras clave:** variabilidad genética, ornamental, caracterización de germoplasma.

### INTRODUCCIÓN

Se entiende por colecta de germoplasma a un conjunto de actividades que versa sobre la obtención de unidades físicas vivas, que contienen una composición genética de un organismo o muestra poblacional de determinada especie, con habilidad para ser reproducida (Telles *et al.*, 2007). Como parte de las actividades de recolección de germoplasma se describe el origen del material genético, la localización y características del sitio, usos, y en general las características distintivas de interés, de acuerdo a los formatos de recolección elaborados para cada especie (Moss y Guarino, 1995). La importancia de la conservación de los recursos radica en que son la materia prima de los programas nacionales de mejoramiento que les permite obtener mejores materiales para la alimentación humana y animal. Para ello es necesario caracterizar cada una de las accesiones coleccionadas con base en estándares internacionales que se han generado por las instituciones dedicadas a la investigación sobre este cultivo.

El cultivo de la yuca tiene un alto potencial en el trópico, ya sea como alimento para consumo humano o en razón del almidón de excelente calidad contenido en su raíz, que puede utilizarse como materia prima en la formulación de alimentos balanceados para consumo animal y en la industria de la transformación de almidones (Anónimo, 2009). Además, el follaje de la yuca puede emplearse como fuente de forraje para rumiantes y mono gástricos, debido a su alto valor proteico. La raíz de la yuca es utilizada en la dieta alimenticia en forma de harina, para la elaboración de alimentos balanceados, pegamentos, aunque también se puede utilizar como alimento energético para especies menores. Una característica importante de este cultivo es que se adapta perfectamente a suelos de bajo potencial de fertilidad y productivo, siendo posible su desarrollo en suelos de acidez extrema. El potencial de rendimiento es por arriba de las 20 t ha<sup>-1</sup>, aunque un rendimiento promedio normal para los productores es de 10 t ha<sup>-1</sup>. El máximo potencial se logra con genotipos adaptados a las condiciones prevalecientes en la región, de alto rendimiento y con un manejo agronómico adecuado en suelos con vocación para



este cultivo (Rosas *et al.*, 2014). Por lo tanto el coleccionar y mantener el germoplasma nativo, así como el conocimiento de su distribución física, juegan un papel clave para la implementación de medidas encaminadas a fortalecer su conservación.

### Objetivos

- Colectar nuevas accesiones de yuca en el estado de Veracruz con el fin de incrementar la variabilidad genética existente en el Banco Activo de Germoplasma.
- Conocer la distribución geográfica de la yuca en el estado de Veracruz.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el 2012 se llevaron a cabo recorridos exploratorios y de colecta en la zona norte y centro del estado de Veracruz, dado que es donde se ubican las áreas productoras de dicho cultivo. El estado presenta las condiciones climáticas que requiere el cultivo para su desarrollo (García, 1988). Previamente a estos recorridos, con base en información de literatura y referencias personales, se definieron los trayectos a coleccionar. El periodo de colectas estuvo en función de la disponibilidad de estacas, aunque fue posible que en los recorridos hechos durante todo el año se coleccionaran accesiones debido a que se encuentran plantas en huertos familiares o en traspatio. Cada una de las accesiones se sembraron en el Campo Experimental Cotaxtla, y las fechas fueron variables, dependiendo de la fecha del recorrido de colecta, las cuales variaron desde el 6 de junio hasta el 16 de noviembre del 2013. Cada accesión consistió de al menos un surco de cinco metros de largo y con distancia entre plantas de un metro para una densidad de población de 10,000 plantas por hectárea. En caso donde se dispuso de material suficiente, se sembraron cuatro surcos para tener al menos 20 plantas por accesión, cantidad recomendada para fines de caracterización morfológica de accesiones de germoplasma de yuca (Jaramillo y Baena, 2000). Para su caracterización preliminar se utilizó la lista de descriptores propuestos por Fukuda *et al.* (2010).

Para todos los materiales coleccionados se registraron datos del productor o custodio, localización geográfica, altitud y sitio de colecta, para lo cual se utilizó un GPS Garmin, y la información se integró en una base de datos donde se registraron sus datos pasaporte, así como una memoria fotográfica del hábitat y condiciones en que se encontró la muestra. Con base en los datos geográficos de cada accesión y con el uso del software DIVA-GIS se generó el mapa de distribución real de los recursos genéticos y de los sitios de colecta de yuca en el estado de Veracruz.

### RESULTADOS Y DISCUSION

Con los recorridos de campo se logró coleccionar 40 accesiones provenientes de 17 municipios del estado de Veracruz (Cuadro 1). Se identificaron hábitats muy contrastantes donde están evolucionando de manera natural o en condiciones de semi cultivados y cultivados (Figura 1).

Cuadro 1. Lista de colectas realizadas en municipios del estado de Veracruz.

No. Colecta	Productor donante	Sitio de colecta	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud (m)	Fecha Col.
MMEXV#1	Daniel Coloriano Ostos	Coyoltepec	Santiago Tuxtla	N 18° 20' 30.1"	W 95° 18' 24.2"	64	21/05/2012
MMEXV#2	Lorenzo Machucho Beltran	Xiguipilincan	Santiago Tuxtla	N 18° 23' 11.2"	W 95° 20' 51.5"	82	21/05/2012
MMEXV#3	Fernando Fernandez Gutierrez	Plan de la Noria	Espinal	N 20° 16' 33"	W 97° 33' 38"	115	07/08/2012
MMEXV#4	Cecilio Perez Valencia	El Arenal	Coxquihui	N 20° 15' 5.52"	W 97° 30' 55.5"	81	07/06/2012
MMEXV#5	Salvador Grajales Zarate	Santa Rosa	Ursulo Galván	N 19° 28' 25.14"	W 96° 27' 43.14"	63	09/11/2012
MMEXV#6	Salvador Grajales Zarate	Santa Rosa	Ursulo Galván	N 19° 28' 25.14"	W 96° 27' 43.14"	63	09/11/2012
MMEXV#7	Juan Francisco Nicolas	La Esperanza	Alamo	N 20° 51' 01.6"	W 0° 97' 35"	59	08/06/2012
MMEXV#8	Jose Olarte Hernández	Benito Juárez	Papantla de Olarte	N 20° 17' 17.76"	W 97° 11' 1.26"	210	30/07/2012
MMEXV#9	Justino Blanco Hernandez	Santa Rosa	Medellin de Bravo	N 18° 54' 42.1"	W 96° 14' 8.4"	41	20/08/2012
MMEXV#10	Rosalba Morales Mendez	La Providencia	Medellin de Bravo	N 18° 56' 14.1"	W 96° 11' 59.3"	34	20/08/2012
MMEXV#11	Alejandro Malpica Ruiz	Santa Rosa	Medellin de Bravo	N 18° 55' 01.2"	W 96° 13' 55.2"	15	20/08/2012
MMEXV#12	Edgardo Osorio Monge	Santa rosa	Medellin de Bravo	N 18° 55' 02.4"	W 96° 13' 59.4"	20	20/08/2012
MMEXV#13	Margarita Peña Sosa	El Jicaro	Cotaxtla	N 18° 53' 18.9"	W 96° 16' 24.3"	22	20/08/2012
MMEXV#14	Lucina Mora	La Candelaria	Medellin de Bravo	N 18° 55' 12.5"	W 96° 11' 45.5"	13	20/08/2012
MMEXV#15	Epifanio Lopez Lopez	Santa Rosa Cintepec	Hueyapan de Ocampo	N 18° 17' 46.5"	W 95° 06' 50.6"	450	23/08/2012
MMEXV#16	Epifanio Lopez Lopez	Santa Rosa Cintepec	Hueyapan de Ocampo	N 18° 17' 49.0"	W 95° 06' 51.5"	460	23/08/2012
MMEXV#17	Hilario Pascual Santiago	Barrosa	Hueyapan de Ocampo	N 18° 12' 28.7"	W 95° 07' 40.6"	163	23/08/2012
MMEXV#18	Pedro Chapa Mixtega	Barrosa	Hueyapan de Ocampo	N 18° 12' 34.9"	W 95° 07' 39.4"	185	23/08/2012
MMEXV#19	Pablo Rosas Leal	Laguneta	San Andres Tuxtla	N 18° 20' 38.4"	W 95° 08' 22.9"	503	23/08/2012
MMEXV#20	Pablo Rosas Leal	Laguneta	San Andres Tuxtla	N 18° 20' 36.2"	W 95° 08' 13.4"	513	23/08/2012
MMEXV#21	Angel Hernandez Gonzalez	Sontecomapan	Catemaco	N 18° 31' 01.0"	W 95° 02' 12.3"	12	24/08/2012
MMEXV#22	Maria Eliazar López	Juan de Alfaro	Medellin de Bravo	N 19° 00' 05.6"	W 096° 09' 46.5"	10	27/08/2012
MMEXV#23	Francisco Prieto Romero	Rancho del Padre	Medellin de Bravo	N 19° 03' 00.4"	W 96° 12' 32.8"	13	27/08/2012
MMEXV#24	Francisco Prieto Romero	Rancho del Padre	Medellin de Bravo	N 19° 03' 00.4"	W 96° 12' 31.9"	13	27/08/2012
MMEXV#25	Francisco Prieto Romero	Rancho del Padre	Medellin de Bravo	N 19° 03' 00.7"	W 96° 12' 32.7"	13	27/08/2012
MMEXV#26	Vicente Ruben Mendez Lopez	Rancho del Padre	Medellin de Bravo	N 19° 03' 13.6"	W 96° 12' 10.2"	15	29/08/2012
MMEXV#27	Sergio Castillo Yepez	Jamapa	Jamapa	N 19° 02' 13.0"	W 96° 14' 37.0"	35	31/08/2012
MMEXV#28	Fidel Ruiz Garcia	La Javilla	Jamapa	N 19° 02' 36.3"	W 96° 15' 35.2"	14	31/08/2012
MMEXV#29	Jose Manuel Martinez Vargas	Jamapa	Jamapa	N 19° 02' 18.5"	W 96° 14' 27.5"	15	31/08/2012
MMEXV#30	Esperanza Medina	Jamapa	Jamapa	N 19° 02' 25.7"	W 96° 14' 24"	16	31/08/2012
MMEXV#31	Jose Fiscal Cruz	Santa Rosa Abata	San Andres Tuxtla	N 18° 27' 35.6"	W 95° 10' 15.1"	491	05/09/2012
MMEXV#32	Amada Santiago Molina	Zacate Colorado Primero	Ignacio de la Llave	N 18° 40' 02"	W 95° 59' 40.7"	21	17/09/2012
MMEXV#33	Hermelinda Espinosa Ramirez	Ampliacion Palma Cuata	Ignacio de la Llave	N 18° 39' 38.8"	W 96° 00' 36.9"	21	17/09/2012
MMEXV#34	Edgar Huesca Macias	Nautla	Nautla	N 20° 12' 17.8"	W 96° 46' 06.1"	11	20/09/2012
MMEXV#35	Ricardo Zarate Gonzalez	La Vigueta	Tecolutla	N 20° 20' 20"	W 96° 52' 53.1"	5	20/09/2012
MMEXV#36	Jose Alberto Jeronimo Perez	Cruz verde	Papantla de Olarte	N 20° 32' 36.1"	W 97° 16' 50.4"	54	20/09/2012
MMEXV#37	Asuncion Mieneses Leal	Benito Juarez	Papantla de Olarte	N 20° 17' 24.6"	W 97° 10' 38.8"	208	21/09/2012
MMEXV#38	Susana Hernandez Florez	La Bocanita	Actopan	N 19° 28' 22.4"	W 96° 34' 41.4"	180	21/09/2012
MMEXV#39	Anonimo	La Bocanita	Actopan	N 20° 13' 49.5"	W 97° 03' 14.3"	73	21/09/2012
MMEXV#40	Israel Parra Valerio	El Nanchal	Alvarado	N 18° 48' 22.4"	W 95° 55' 34.8"	17	15/11/2012



Figura 1. Aspecto de las condiciones donde se colectó yuca

Por ser una especie de clima tropical, el cultivo se desarrolló de manera muy aceptable tal como se puede corroborar en la imagen panorámica del desarrollo de las accesiones sembradas en el Banco de Germoplasma de Yuca en Cotaxtla, Veracruz (Figura 2). El llevar a cabo la caracterización preliminar permitió identificar una accesión cuyo potencial más que para la alimentación humana y animal es para fines de ornato, lo cual representa una alternativa para la gente interesada en plantas de ornato. Dicha colecta se encontró en la localidad El Jicaro, perteneciente al municipio de Cotaxtla (Cuadro 1).



Figura 2. Accesiones de yuca establecidas en Cotaxtla, Ver



Figura 3. Planta de yuca ornamental colectada en Veracruz

La distribución de los recursos genéticos de yuca en el estado de Veracruz se concentra en la región centro sur. Los rangos altitudinales fueron desde el nivel del mar hasta los 513 m, lo anterior confirma en parte que la yuca se adapta mejor a condiciones de suelo arenoso ya que la mayoría de las accesiones se encontraron en áreas muy cercanas a la zona costera o en márgenes de los ríos (Sánchez *et al.*, 1999).

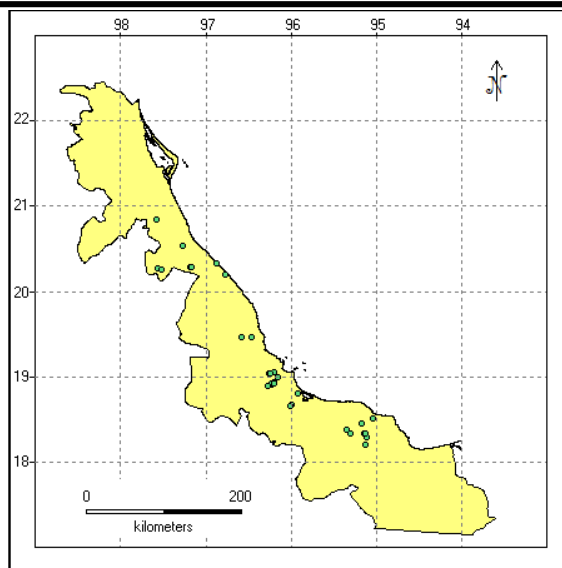


Figura 4. Distribución de la yuca en el estado de Veracruz

## CONCLUSIONES

- Se logró conocer la distribución real de los recursos genéticos de yuca en el estado de Veracruz a través de los mapas generados por el software Diva-Gis.
- Con las nuevas accesiones colectadas se incrementó y se conoció parte de la diversidad genética existente en el estado de Veracruz, así como los niveles altitudinales donde es factible el desarrollo del cultivo y su futuro aprovechamiento para diferentes propósitos.
- La caracterización de materiales, con base en los descriptores del cultivo aceptados a nivel internacional, permite que la información obtenida sea útil para aquellas personas que tengan intereses en el cultivo, tanto nacionales como internacionales.

## LITERATURA CITADA

- Anónimo. 2009. Aspectos tecnológicos sobre la producción de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Gobierno del estado de Veracruz. Xalapa, Ver. México. 29 p.
- Fukuda W. M. G., Guevara C. L., Kawuki R., Ferguson M. E. 2010. Selected morphological and agronomic descriptors for the characterization of cassava. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria. 19 p.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlos a las condiciones de la República Mexicana. 4ª edición. UNAM. D. F., México.
- Jaramillo S. y M. Baena. 2000. Material de apoyo a la capacitación en conservación ex situ de recursos fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Cali, Colombia. 122 p.
- Moss H. and L. Guarino, 1995. Gathering and recording data in the field. In: L. Guarino L., V. R. Rao and R. Reid (eds.). Collecting Plant Genetic Diversity. Technical guidelines. CAB International. UK. pp. 367-417.
- Rosas-Gonzalez, X.; Meneses-Márquez, I.; Becerra-Leor, E. N.; Vasquez-Hernández, A. 2014. Posición de la estaca y su efectos sobre el rendimiento de raíz de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Veracruz, México. Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan 2(2): 97-104.
- Sánchez E.D.; J. Acosta E.; M. Rodríguez C.; A. Olivera de los S. 1999. Manual para producir follaje de yuca *Manihot esculenta* Crantz, en Tabasco. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Huimanguillo. Libro Técnico Núm. 3 Tabasco, México. 95 p.





Telles W., B. M.; Cavalcanti, T. B.; Bianchetti, L. 2007. Principios sobre coleta de germoplasma vegetal. In: L. L. Nass (Editor). Recursos Genéticos Vegetais. EMBRAPA. Brasília, Brasil. 858 p.



## DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA NECESIDAD DE RIEGO PARA EL ESTADO DE TABASCO, MEXICO.

Oyosa C.E.M.<sup>1(\*)</sup>, Hernández G.M.<sup>1</sup>, Arrieta R.A.<sup>2</sup>, Rivera H.B.<sup>3</sup>, Juárez L.J.F.<sup>1</sup>, Aceves N.L.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, Apartado Postal 24, H. Cárdenas, 86500, Tabasco, México. Contacto: oyosa.ernesto@colpos.mx y laceves@colpos.mx

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico de la Zona Olmeca; Prol. Ignacio Zaragoza S/N, Villa Ocuilzapotlán, Centro, Tabasco, México.

<sup>3</sup> Universidad Popular de la Chontalpa, Carretera Cárdenas-Huimanguillo, km 2.0, R/a Pazo y Playa, Cárdenas, Tabasco.

T-111

### RESUMEN

En el estado de Tabasco escurre casi un tercio de toda el agua dulce de México y se presentan las precipitaciones más altas anualmente, causando excesos durante el periodo de lluvias. Por otro lado, también es importante señalar que sufre graves sequías en algunas épocas del año, lo que afecta negativamente a la producción agrícola. La necesidad de riego (NR) es la diferencia entre la evapotranspiración potencial y la precipitación efectiva. Esto es, un balance hídrico entre lo que el cultivo evapotranspira y lo que llueve. Ambas requieren de datos climáticos para su cálculo. Para ello se utilizó información climatológica diaria de 79 estaciones meteorológicas ubicadas dentro del estado. En el presente estudio se calculó la necesidad de riego del estado de Tabasco a nivel mensual y anual. Los resultados mensuales y anuales que muestran la distribución espacial de la necesidad de riego se ilustran mediante los mapas correspondientes. Los resultados indican que las áreas agrícolas de la región de la Chontalpa tienen una necesidad de riego que fluctúa entre 300 a 600 mm/año, de los cuales en promedio, 420 mm se concentran en los meses de marzo a mayo; mientras que en la región de la Sierra varía en promedio, entre 400 a 800 mm/año, de los cuales 405 se concentran en los meses de marzo a mayo. Asimismo, en los meses de septiembre a diciembre la necesidad de riego es prácticamente nula en ambas regiones. El mes que tuvo la mayor necesidad de riego fue mayo en la región de la Chontalpa, con valores entre 150 a 170 mm. En cambio, en la región de los Ríos los valores más elevados de la necesidad de riego ocurren en el mes de abril con fluctuaciones entre 140 a 160 mm. Estos valores de los requerimientos máximos en el año son muy importantes en el diseño de los equipos y la infraestructura hidroagrícola requerida para suministrar el riego.

**Palabras clave:** Necesidad de riego, precipitación efectiva, evapotranspiración potencial, Tabasco.

### INTRODUCCION

El 90% del estado de Tabasco es una planicie costera con poca pendiente, lo que hace más lento los escurrimientos del agua que precipita, aunado a los escurrimientos provenientes de la sierra del estado de Chiapas, causan inundaciones en una superficie considerable la mayor parte del año. (Aceves y Mendoza, 2012). Los mismos autores señalan que Tabasco sufre en los meses de marzo a mayo problemas severos de sequías, que en ocasiones llegan a prolongarse hasta el mes de agosto, impactando negativamente en la agricultura del estado. Es por ello que existe actualmente la necesidad imperante de obras de riego y drenaje. En el ciclo otoño-invierno (que incluye el periodo de secas) se puede producir exitosamente en el estado de Tabasco si se suministra riego de auxilio, pues existen las condiciones climáticas de temperatura y radiación solar adecuadas para todos los cultivos de grano y hortalizas tropicales anuales; mientras que en el centro y norte de México se dificulta su cultivo por el frío y la escasez de agua. Además, producir en ese periodo, tiene la ventaja de que los precios de los productos agrícolas por su escasos, alcanzan mejores precios que en el año. Para diseñar cuánta agua requiere un cultivo



y las obras y equipos necesarios para suministrarla en una superficie determinada, se requiere conocer la necesidad de riego (NR), que es la diferencia entre la evapotranspiración potencial y la precipitación efectiva. La evapotranspiración potencial o evapotranspiración de referencia, es una medida de la demanda evaporativa de la atmósfera que es independiente del tipo de suelo y del estado de desarrollo y manejo del cultivo (Allen *et al.*, 1998). La precipitación efectiva es aquella porción de la precipitación total que es útil para los cultivos. La precipitación efectiva también se define como aquella precipitación con una probabilidad de excedencia del 75 %. Ambas requieren de datos climatológicos para su cálculo (Dastane, 1977).

### Objetivo

El objetivo de este trabajo fue calcular la necesidad de riego a nivel mensual y anual para el estado de Tabasco, con el propósito de la planeación de obras y equipos hidroagrícolas.

### MATERIALES Y METODOS

**Área de Estudio:** El trabajo se realizó en el estado de Tabasco, que se ubica dentro de las coordenadas 17° 19' 00" y 18° 39' 00" N, y 90° 57' 00" y 94° 08' 00" O, limitando al norte con el Golfo de México, al sur con el estado de Chiapas, al oeste con el estado de Veracruz, al noreste con el estado de Campeche y al sureste con la República de Guatemala (INEGI, 2008).

**Información Climática:** Se usaron datos de precipitación, temperatura máxima y mínima diarias de 79 estaciones meteorológicas del estado de Tabasco, reportada en la base de datos del Extractor Rápido de Información Climatológica (ERIC III, v.2.0) del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA, 2009). A partir de los datos diarios de temperatura máxima y mínima se obtuvo la temperatura media diaria ( $T_m$ ). Con los datos diarios, se obtuvieron los promedios mensuales para cada mes del año de esa variable y para cada año de registro. La precipitación promedio mensual se obtuvo integrando los valores diarios para cada mes y con ello, para cada mes del año, de cada una de las 79 estaciones selectas. Con ellos, se obtuvo el valor promedio mensual para cada mes del año y para cada estación selecta.

**Calculo de la ETp:** Se estimó la evapotranspiración potencial mensual por el método de Camargo, (Camargo y Sentelhas, (1997) con valores de temperatura promedio mensual, radiación extraterrestre y el número de días de cada mes. Los datos se ingresaron a un programa desarrollado en Excel y se estimaron los valores mensuales de la ETp con la siguiente ecuación:

$$ETp = [(0.0005 * T_m) - 0.0015] * R_a * T_m * ND \quad (1)$$

Dónde:

$T_m$  = Temperatura media mensual (°C).

$R_a$  = Radiación extraterrestre promedio mensual (mm día<sup>-1</sup>).

ND: Número de días de cada mes.

Para el cálculo de la radiación extraterrestre, se utilizó el método de Sellers (1969), reportado por Allen *et al.*, (2006), que se automatizó en una hoja de Excel, usando la siguiente ecuación (2):

$$R_a = \left( \frac{1440}{\pi} \right) \left[ G_{sc} \left( 1 + \left( \frac{1}{30} \right) \cos \left( \frac{2\pi}{365} * D_j \right) \right) \right] \left[ \omega_s * \text{sen} \delta * \text{sen} \varphi + \cos \delta * \cos \varphi * \text{sen} \omega_s \right]$$

Dónde:

$R_a$  = Radiación teórica extraterrestre (MJ m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>)

$G_{sc}$  = Constante solar = 0.082 (MJ m<sup>-2</sup> min<sup>-1</sup>)

$\omega_s$  = Ángulo horario de la puesta del sol (radianes)

$\delta$  = Declinación solar (radianes)

$D_j$  = Día juliano

$\varphi$  = Latitud (radianes)

$\pi$  = Valor de Pi = 3.14159

Dado que la ecuación (1) requiere que la radiación extraterrestre sea en ( $\text{mm día}^{-1}$ ) y las unidades resultantes de la radiación extraterrestre de la ecuación (2) está en ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ ), se debe hacer la conversión, multiplicando el resultado de la ecuación (2) por 0.408.

Precipitación Efectiva ( $P_e$ ): Dado que la precipitación efectiva es aquella precipitación con una probabilidad de excedencia del 75 %, para su cálculo primero hay que determinar que función de probabilidad le corresponde; ya que generalmente la precipitación no se distribuye normalmente. Por lo tanto, utilizar una probabilidad normal es un error de estimación. Para determinar la precipitación efectiva de cada mes, para cada estación meteorológica selecta, se realizó el siguiente procedimiento:

1. Se obtuvieron los valores de precipitación de un mes en particular, para todos los años de registro.
2. Se ordenaron del mayor al menor.
3. A la colección de esos datos se le determina su media aritmética ( $X_a$ ) y su media geométrica ( $X_g$ ).
4. Para determinar si los datos se distribuyen normalmente, se comparan los valores de ambas medias; ya que si son normales, ambas medias deben ser muy similares.
5. Para determinar qué tan similares son ambas medias se calcula un Factor de Desvío (FD) con la siguiente ecuación:

$$FD = \left[ \frac{\text{Abs}(X_a - X_g)}{X_a} \right] * 100 \quad (3)$$

6. Si el valor de FD es igual o menor a 5.0, los datos se distribuyen de manera normal. Si es mayor a 5.0, los datos no se distribuyen normalmente.
7. Si los datos se distribuyen normalmente, se procede a calcular el valor del estadístico Z mediante la siguiente ecuación:

$$Z = \left[ \frac{(X_i - X_a)}{s_y} \right] \quad (4)$$

Donde:

$X_i$  = Valor de la precipitación mensual (i) en milímetros

$X_a$  = Media de los datos de precipitación del mes (mm)

$S_y$  = Desviación estándar de los datos de precipitación del mes

8. Conocida la probabilidad deseada (en este caso 0.75), se procede a obtener en Excel ese valor de Z con el 75 % de probabilidad, mediante el siguiente comando:  
[- (DISTR.NORM.ESTAND.INV (0.75))].
9. Conocida así Z al 75 % de probabilidad, se procede a determinar la precipitación correspondiente a esa probabilidad ( $X_i$ ), utilizando la siguiente ecuación:

$$X_i = [(Z * s_y) + X_a] \quad (5)$$

10. Si los datos no se distribuyen normalmente, se procede a transformar esos datos de manera que se distribuyan normalmente, ya sea obteniendo su logaritmo natural, raíz cúbica, raíz cuarta, etc.



11. Se repiten los pasos 3 al 8 para los datos transformados.

Este procedimiento anterior fue automatizado en una hoja de cálculo de Excel para cada estación selecta.

Necesidad de riego (NR)

La necesidad de riego es la resultante entre la diferencia entre la evapotranspiración potencial y la precipitación efectiva. Es decir, entre lo que el cultivo evapotranspira y lo que llueve que efectivamente estará disponible para el cultivo. El cálculo se realizó de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$NR = ETp - Pe \quad (6)$$

Su cálculo se puede realizar para cualquier escala de tiempo. En este trabajo se calculó a nivel mensual. NR puede tener valores positivos y negativos. Los valores positivos indican la cantidad de agua que habría que suministrar al suelo para satisfacer los requerimientos del cultivo, asumiendo una eficiencia en el método de su aplicación del 100 %. Los valores negativos indican que durante ese periodo de tiempo la precipitación es suficiente para abastecer los requerimientos del cultivo. De lo anterior se desprende que, el cálculo de NR permite determinar a nivel de planeación, la cantidad de agua que habrá que suministrar en el tiempo selecto (esto es, el cuanto y cuando regar), y en función de la superficie, determinar el tipo de obra y equipos hidráulicos requeridos.

Elaboración de mapas: La elaboración de los mapas mensuales y anuales se realizó con el apoyo de un software especializado en Sistemas de Información Geográfica de la compañía ESRI, conocido comercialmente con el nombre de ArcGis V9. (ESRI, 2004). Se utilizaron principalmente métodos de interpolación para cálculos de valores dispersos ubicado en cada estación meteorológica. El método utilizado es el Inverso del cuadrado de la distancia (IDW), (Moreno *et al.*, 2006) donde  $z=x*z$  (si), donde  $z$  es el valor a predecir,  $x$  es el peso asignado a cada punto y  $z$  (si) es el valor observado del lugar.

## RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados encontrados con respecto al cálculo de la precipitación efectiva, evapotranspiración potencial y la diferencia de ambos cálculos, representando la necesidad de riego para las diferentes regiones del estado de Tabasco.

Evapotranspiración potencial: Generalmente los valores de evapotranspiración potencial obtenidos por el método de Camargo, indican que en la mayoría de la superficie del estado de Tabasco tiene valores anuales entre 1,600 a 1,700 mm (Figura 1). Se encontró que en promedio los meses con las tasas más altas de evapotranspiración potencial son mayo, junio y julio con valores de 190, 177 y 176 mm, respectivamente.

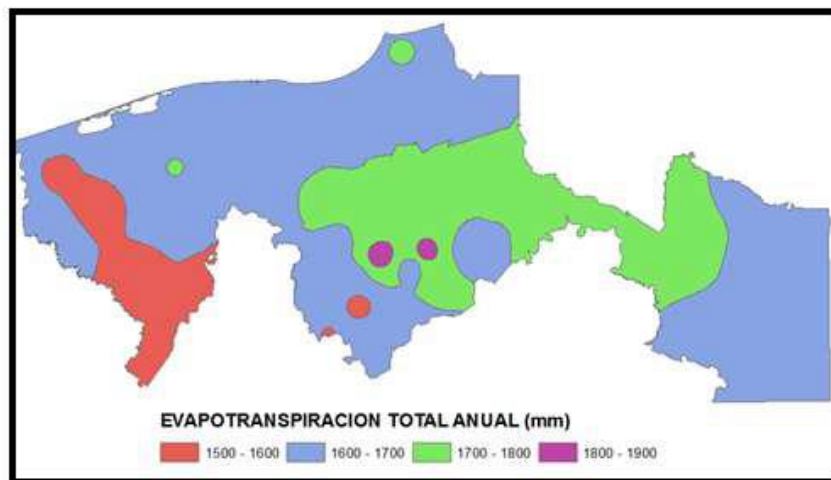


Figura 1. Evapotranspiración potencial anual del estado de Tabasco.

**Precipitación Efectiva:** Los resultados del cálculo de la precipitación efectiva indica que los valores más elevados se localizan en parte del municipio de Teapa con un rango de 2400 a 2600 mm anuales distribuidos en 2,800 ha. De igual manera las menores lluvias efectivas están entre 600 y 800 mm anuales, distribuidos principalmente en parte del municipio de Centro y Huimanguillo con una extensión de 24,000 ha (Figura 2). En promedio, la precipitación efectiva más elevada ocurre en los meses de septiembre y octubre y las mínimas en los meses de marzo y abril.

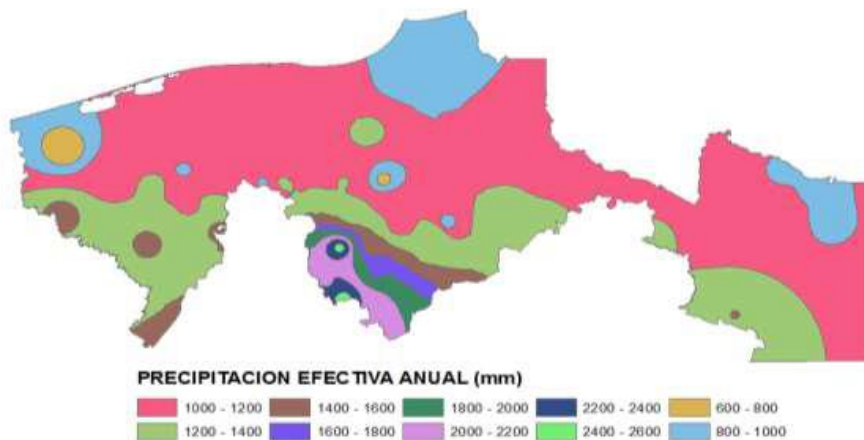


Figura 2. Distribución de la Precipitación efectiva en el estado de Tabasco.

**Necesidad de Riego:** Los resultados indican que las áreas agrícolas de la región de la Chontalpa tienen una necesidad de riego que fluctúa entre 300 a 600 mm/año (Figura 3), de los cuales en promedio, 420 mm se concentran en los meses de marzo a mayo (Figuras 6, 7 y 8 del Anexo); mientras que en la región de la Sierra varía en promedio, entre 400 a 800 mm/año, de los cuales 405 se concentran en los meses de marzo a mayo (Figuras 6, 7 y 8 del anexo). Asimismo, en los meses de septiembre a diciembre la necesidad de riego es prácticamente nula en ambas regiones (Figuras 12, 13, 14 y 15). El mes que tuvo la mayor necesidad de riego fue mayo en la región de la Chontalpa, con valores entre 150 a 170 mm (Figura 8). En cambio, en la región de los Ríos los valores más elevados de la necesidad de riego ocurre en el mes de abril con fluctuaciones entre 140 a 160 mm (Figura 7). Estos valores de los requerimientos máximos en el año son muy importantes en el diseño de los equipos y la infraestructura hidroagrícola requerida para suministrar el riego.

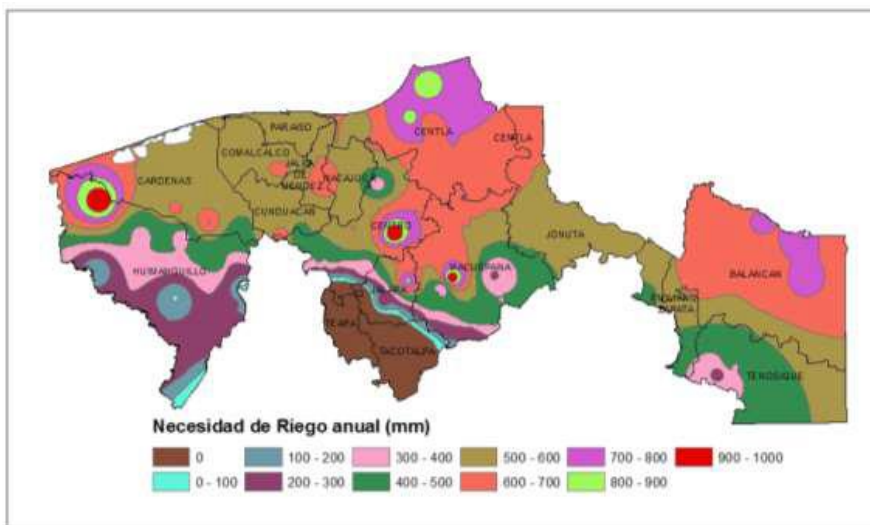


Figura 3. Mapa de la Necesidad de riego anual para el estado de Tabasco.

## CONCLUSIONES

Según se muestra en las Figuras de la 3 a la 15:

1. La época en la cual la implementación de un sistema de riego de auxilio en las áreas agrícolas de la región de la Chontalpa y de los Ríos, resultaría de total éxito en el incremento de la producción si se aplica en la época de secas, en los meses de febrero a mayo.
2. De igual manera, los meses en los que prácticamente no se necesita utilizar el riego de auxilio son los meses de Septiembre a diciembre, en los cuales se recomendaría tener un sistema adecuado de drenaje para evitar los excesos de humedad.
3. Los municipios con actividad agrícola, con la mayor necesidad de riego de auxilio son: Balancán, Tenosique, Emiliano Zapata, Centro, Macuspana, Cárdenas y Huimanguillo.
4. De suministrarse los riegos de auxilio en esos municipios y en esos meses, permitiría asegurar una agricultura más exitosa; donde coincidentemente se tiene la mayor disponibilidad de radiación solar.
5. De igual manera, para el periodo de lluvias, se debe contar con un sistema de drenaje adecuado, especialmente para los meses de septiembre y octubre, que es cuando se presentan las precipitaciones más altas del año.
6. Este buen uso y manejo de la humedad del suelo permitirá adicionalmente de tener buenos rendimientos en el ciclo otoño-invierno, incrementar y estabilizar los rendimientos del periodo de primavera-verano mediante el riego y el drenaje agrícola. (Aceves y Mendoza, 2012).

## LITERATURA CITADA

- Aceves Navarro L.A.; Mendoza Hernández J.H.R. 2012. Manejo del agua con fines agrícolas en el trópico. Caso Tabasco. Memorias del XII Congreso Nacional de Hidráulica. Acapulco, Gro. México. 7-9 Nov. 2012. Págs. 140-147.
- Allen R.G.; Pereira L.S.; Raes D. and Smith M. 1998. "Crop Evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements". FAO Irrigation and Drainage Paper N° 56. Rome, Italy.

Camargo, A. P.; Sentelhas, P.C. 1997. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no estado de São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa María, v.5, n.1, p.89-97, 1997.

Dastane, N., G. 1977. Precipitación Efectiva en la Agricultura de Regadío. FAO. Riego y Drenaje 25. Roma, Italia. 68 p.

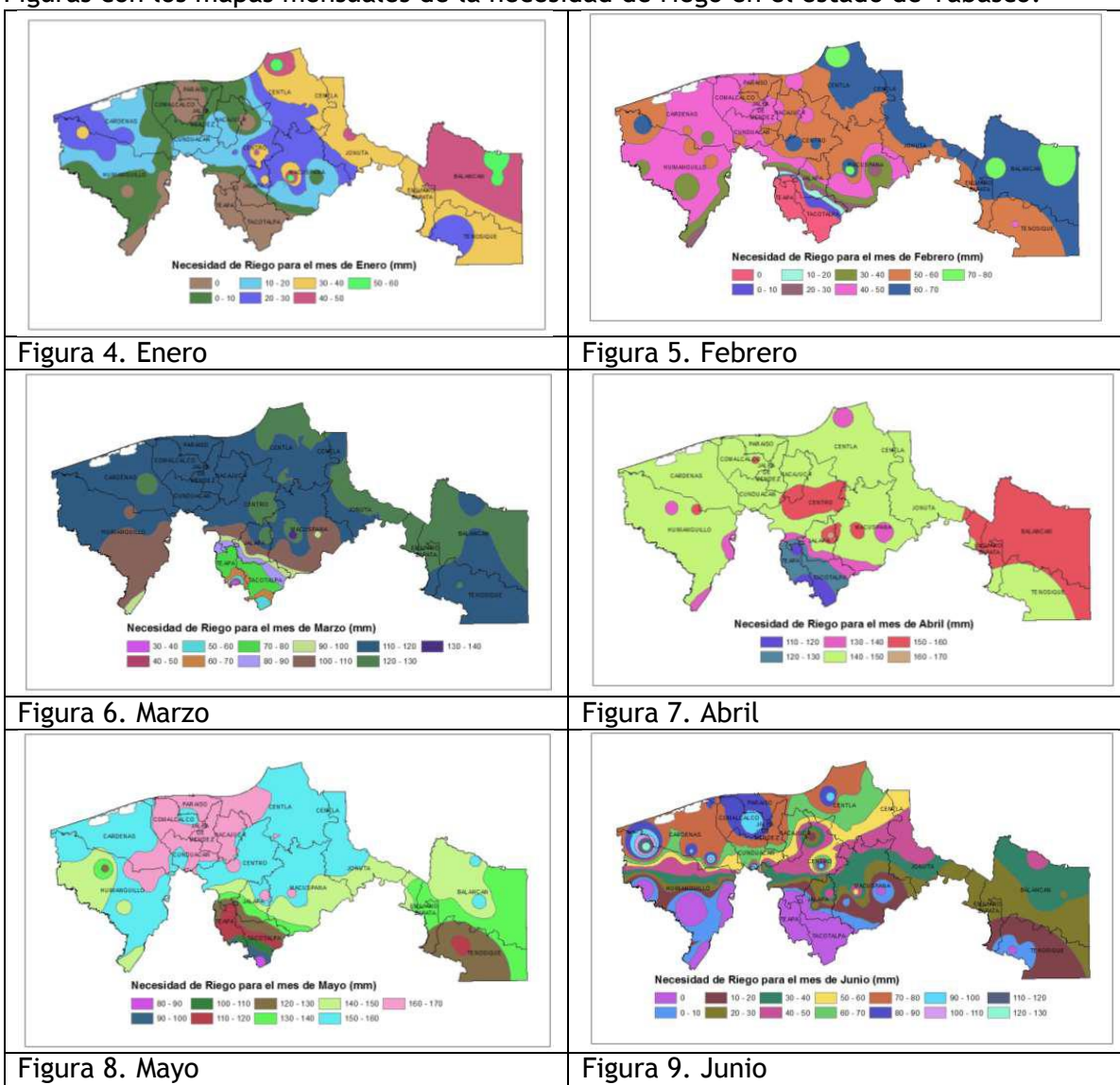
ESRI, (Environmental System Research Institute). 2004. ArcGIS 9. Getting Started With ArcGIS. 2004. USA.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2008. Anuario Estadístico Tabasco. Gobierno del estado de Tabasco. México. 597 pp.

Moreno, J.A.; Cañada, T.R.; Cervera, C.V.; Fernández, G.F.; Gómez, G. N.; Martínez S.P.; Prieto, F.M.E.; Rodríguez, E.J.A.; Vidal, D.M.J. 2006. Sistemas y análisis de la información geográfica. Edit. RA-MA. Madrid, España.

### Anexo

Figuras con los mapas mensuales de la necesidad de riego en el estado de Tabasco.





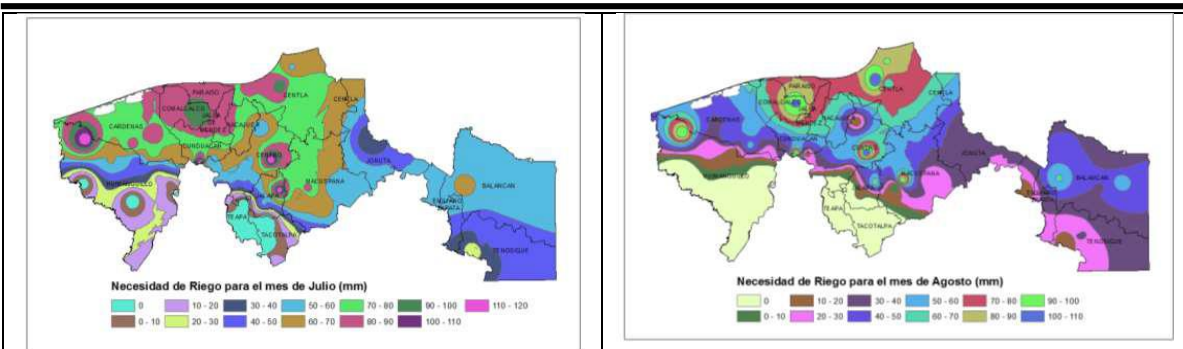


Figura 10. Julio

Figura 11. Agosto

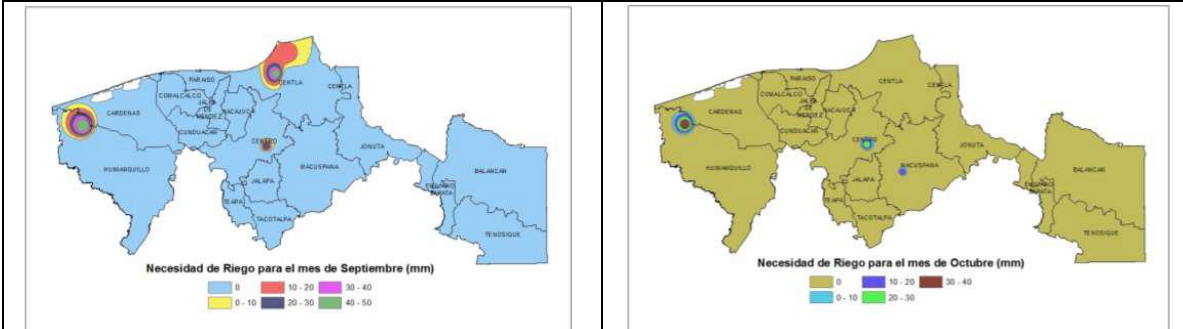


Figura 12. Septiembre

Figura 13. Octubre

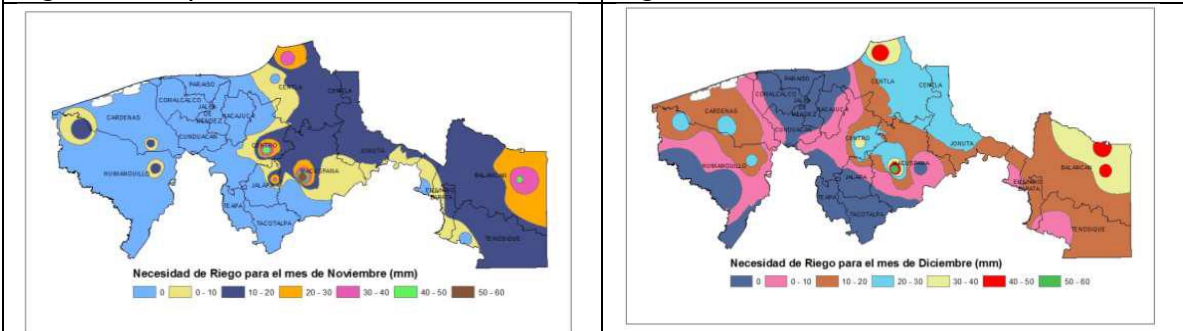


Figura 14. Noviembre

Figura 15. Diciembre



## ZONIFICACIÓN DE ÁREAS PRIORITARIAS DE INTERVENCIÓN EN CUENCAS DE LAS REGIONES SIERRA MADRE Y COSTA DEL ESTADO DE CHIAPAS, MÉXICO

\*López M. J.<sup>1</sup>; Villar S. B.<sup>1</sup>; Camas G. R.<sup>1</sup>; López B. W.<sup>1</sup>; Arellano M. J.L.<sup>2</sup>; Olvera A. D.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>INIFAP-CECECH, Ocozocoautla, Chiapas. <sup>2</sup>CONAGUA-OCFS, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

<sup>3</sup>Gerente.ECOSECHAS. CI-México.

T-114

### RESUMEN

El manejo de cuencas permite entender las interacciones que ocurren entre los factores ambientales y sociales que determinan el uso y conservación de los recursos naturales. En Chiapas, la deforestación se ha incrementado debido al cambio de uso del suelo. Las actividades agropecuarias avanzan en territorios de selvas y bosques, deterioran la vegetación e incrementan la erosión. En el marco del proyecto Ecoschas (Integración de esfuerzos para la conservación de los servicios ecosistémicos y biodiversidad en subcuencas de Chiapas, México), desarrollado por CI-México e INIFAP, se realizó estudio con el objetivo de delimitar áreas de restauración y conservación. Se analizaron factores edafoclimáticos, uso del suelo y sobre la gestión y operación de programas ambientales. El análisis espacial se realizó con SIG/ArcView 3.2 e incluyó información de SEMARNAT, INEGI, ECOSECHAS, CONANP y CONAFOR. Con base en criterios técnicos y ambientales, se parametrizaron las variables de cada factor, asignando valores del 1 a 1+n a las de menor a mayor prioridad. Mediante sobreposición de las capas digitales, se generaron áreas homogéneas donde prevalecen condiciones degradadas y entorno social adecuados para implementar proyectos de restauración. Las zonas de prioridad alta y media se ubican al oriente y centro del área de estudio (11 subcuencas de la Costa y Sierra). En las subcuencas de los ríos de la Costa se delimitaron zonas con las categorías media y alta de 417,807 y 82,227 ha, respectivamente. De alta prioridad, 32,869 ha se ubican en la subcuenca del río Coapa y 24,296 en la del río Huehuetán.

**Palabras clave:** zonificación, restauración, cuencas, deforestación, ecosistemas, conservación

### INTRODUCCIÓN

El manejo de cuencas puede contribuir a mitigar y controlar estos problemas si se parte de un entendimiento realista de las principales interacciones que ocurren entre los factores ambientales y de las relaciones sociales que intervienen y determinan el uso y conservación de los recursos naturales. Los alcances del manejo de cuencas han evolucionado desde una orientación relacionada sólo con la captación y manejo del agua, a otros más complejos como los de protección de recursos naturales, mitigación del efecto de fenómenos naturales, control de la erosión y conservación de suelos, recuperación de zonas degradadas, para pasar a los de mejoramiento de la producción. (Dourojeanni et al 2002, Faustino 2005).

El presente estudio de regionalización se realizó con la finalidad de priorizar áreas de restauración y conservación. Se basó en el análisis de factores que son eminentemente ambientales y de otros elementos o parámetros relacionados con la gestión, operación y posibles propuestas de proyectos conservacionistas y de restauración. La idea de regionalizar un espacio que fuera común y donde pudieran integrarse de forma estandarizada varios factores surgió bajo la premisa de que es posible y necesario definir un territorio donde sea factible implementar proyectos de restauración con la participación de los diversos actores que intervienen en las subcuencas y áreas naturales. Con este enfoque territorial se definieron zonas homogéneas donde prevalecen, en primera instancia, condiciones ambientales degradadas, así como circunstancias sociales y políticas adecuadas para implementar y fortalecer los proyectos en curso. También aporta elementos que pueden ser de utilidad para gestionar y/o diseñar



proyectos de restauración y conservación en el mediano y largo plazos. Así, el objetivo particular fue realizar estudio de zonificación mediante la generación e integración de material cartográfico que permita realizar el análisis de factibilidad geográfica de áreas susceptibles de intervención con proyectos de conservación y restauración.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el procedimiento metodológico se utilizó la información cartográfica digital generada por SEMARNAT (ordenamiento ecológico territorial del estado de Chiapas), del INEGI (elevación digital, población, vías de comunicación, hidrología), de ECOSECHAS (subcuencas, y otra), de la CONANP (áreas naturales protegidas) y de CONAFOR (polígonos prioritarios de programas). Se incorporó información geográfica que consideró el estatus de los proyectos que han gestionado o están operando los Comités de Cuencas (Gerencias), otras instituciones y organizaciones sociales de usuarios. Las microcuencas donde se ubicarán los módulos piloto con prácticas y acciones de conservación, restauración y producción sustentable. La extensión y la ubicación geográfica fueron parámetros imprescindibles en el análisis espacial en la definición de las zonas consideradas como de mayor prioridad a intervenir. Las zonas prioritarias fueron representadas geográficamente a escala 1:50,000 considerando en el análisis todo el espacio de la Costa y Sierra. Los resultados finales del proceso de zonificación se presentan en el espacio de las subcuencas y ANP. Una vez que se identificaron las zonas prioritarias en las subcuencas, se abrió una ventana para tener un mejor acercamiento territorial, con el propósito de definir las áreas prioritarias a nivel de microcuenca y poder efectuar un ordenamiento espacial de las prácticas conservacionistas, de revegetación y de aprovechamiento sustentable; en este reporte de avances, el procedimiento se realizó en una microcuenca de la cuenca del río Lagartero.

La definición de los límites del área de estudio, se realizó con base en la similitud espacial que presenta el área de influencia del proyecto Ecosistemas con la del Corredor Biológico Mesoamericano y específicamente con el área del Corredor biológico de la Sierra Madre del Sur. También se consideraron las zonas de interés de los conectores biológicos verticales y horizontales que existen entre las ANP y el territorio de las subcuencas prioritarias del proyecto ECOSECHAS. (Conservación Internacional, 2013)

Se utilizaron bases de datos tabulares, cartográfica y digital de diversas fuentes. Posteriormente se hizo una depuración de la información e hicieron transformaciones con el fin de tener datos estandarizados con un formato adecuado y poder hacer su manejo en un SIG. En general, las fuentes y tipos de factores considerados se anotan a continuación.

- 1.- Subcuencas ECOSECHAS 2013.
- 2.- Políticas ambientales del Ordenamiento Ecológico del Estado de Chiapas SEMARNAT 2011.
- 3.- Áreas prioritarias susceptibles de apoyo de la CONAFOR 2013.
- 4.- Proyectos aprobados con asignación de recursos por municipio de la CONAFOR 2013.
- 5.- Áreas Naturales Protegidas.
- 6.- Proyectos prioritarios derivados de los talleres de SEYBA.
- 7.- Propuesta de módulos piloto por subcuenca concertados con actores clave.
- 8.- Ecosistemas generados del análisis de imagen satelital Spot color, escala 5x5 del 24 de febrero del 2012),
- 9.- Daños ocasionados por el huracán Bárbara, CONANP 2013,
- 10.- Cuencas intervenidas con el proyecto MAPS, CONAGUA-INIFAP.
- 11.- Información de climas del INEGI.

Para el manejo de la información se utilizó el programa Arc View 3.2. Con base en criterios técnicos y ambientales, se realizó la valoración y priorización de las variables de cada factor. Dichas variables fueron enumeradas del 1 a la *n*; asignando valores de 1 para variables de menor

prioridad y  $n$  para variables de mayor prioridad. La fase de sobreposición (álgebra de mapas) de las coberturas digitales de los factores con sus clases respectivas, se realizaron al menos tres ensayos (procesos de manejo algebraico de coberturas digitales) con la finalidad de ver los productos de la sobreposición de factores y de esta manera mejorar el proceso hasta tener mapas producto más lógicos. (Grobet, 2003; Aliaga *et al*, 2007)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1. , se presenta el mapa resultante con la delimitación de las áreas por categoría de prioridad. El mapa generado parece ser congruente con la realidad, de acuerdo con la combinación espacial de los factores y las variables analizados. Cabe señalar que los valores originales que resultaron del álgebra de coberturas digitales fueron reclasificados para generar cuatro categorías. Como se observa en la figura, las zonas de prioridad alta y media tienden a ubicarse hacia el oriente y porción centro del área de estudio. En las subcuencas de los ríos Coapa, Huehuetán, Cahoacán y Coatán se ubican zonas de gran extensión con las categorías de alta y media prioridad de restauración.

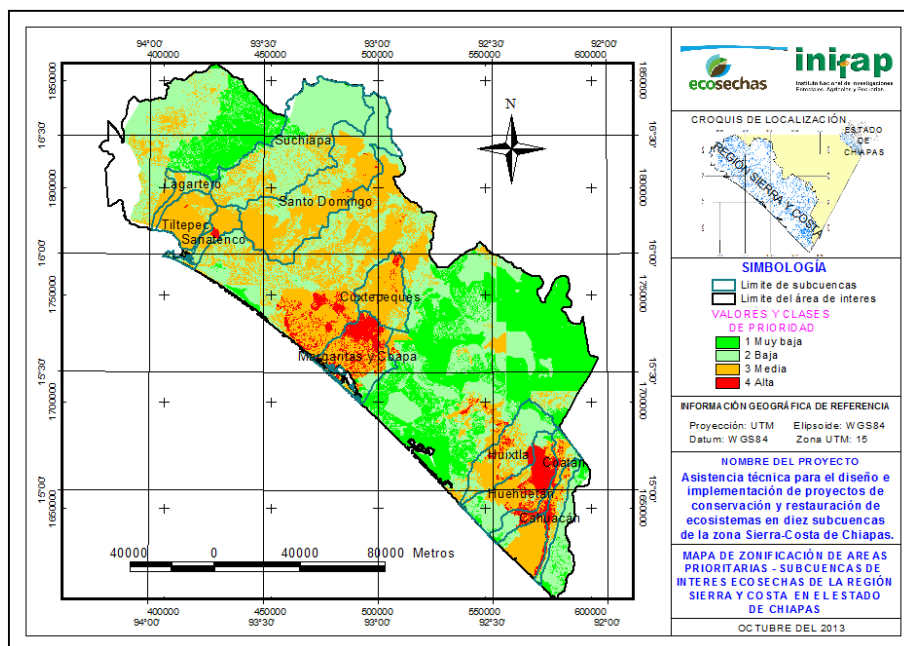


Figura 1. Zonificación de áreas por prioritarias en las subcuencas del proyecto Ecosechas.

De 883,793 hectáreas que cubren las subcuencas de interés, 23,416 ha resultaron con prioridad muy baja, 360,343 de prioridad baja, 417,807.48 ha de prioridad media y 82,227 corresponden a la categoría de prioridad alta; esta superficie equivale al 9.3 % del territorio total de las 11 subcuencas.

De 82,227 ha con categoría de prioridad alta, 32,869 se encuentran en la Subcuenca Margaritas Coapa, 24,296 ha en la cuenca del río Huehuetán. Superficies de 5,034, 6,296 y 8,617 ha se encuentran en las subcuencas Coatán, Huixtla y Cahoacán, respectivamente. Coberturas menores de 2,626 ha se encuentran en las subcuencas Cuxtepeques, Zanateneco, Santo Domingo y Tiltipepec. (Ver cuadro 1)

Cuadro1. Superficie (ha) por prioridad en las Subcuencas de la Sierra y Costa de Chiapas.

Subcuenca/prioridad	Muy baja	Baja	Media	Alta
Lagartero	923	10,093	12,044	0
Suchiapa	6,419	152,027	44,932	0
Sto. Domingo	166	83,746	12,0745	662
Tiltepec	0	3,320	42,889	164
Zanatenco	5	6,367	20,205	1,662
Cuxtepeques	257	9,248	48,612	2,626
Margaritas Coapa	3,608	9,820	40,709	32,869
Huixtla	4,712	36,971	34,033	6,296
Huehuetán	3,625	24,705	30,545	24,296
Coatán	2,148	1,375	12,235	8,617
Cahoacán	1,552	1,029	10,858	5,034
Total	23,416	360,342	417,807	82,227

Tomando en consideración las microcuencas piloto y sus clases de prioridad de restauración, se realizó un proceso acercamiento territorial en algunas de ellas. La microcuenca Monte Bonito, se ubica dentro de la cuenca del río Lagartero y también abarca la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biósfera La Sepultura. La vegetación y el suelo de Monte Bonito fueron afectados de manera severa por el huracán Bárbara. El estudio de evaluación de daños que se realizó a nivel de cuenca señaló que gran parte de esta microcuenca la degradación del suelo por erosión hídrica se intensificó por efecto de la pérdida de cobertura arbórea.

La microcuenca Monte Bonito tiene una superficie de 1,342 hectáreas, de las cuales el 89%, que equivale a 1,196 ha se encuentran en categoría de prioridad media y un 10.85% corresponden a la categoría de prioridad baja. (Ver figura 2 y Cuadro 2).

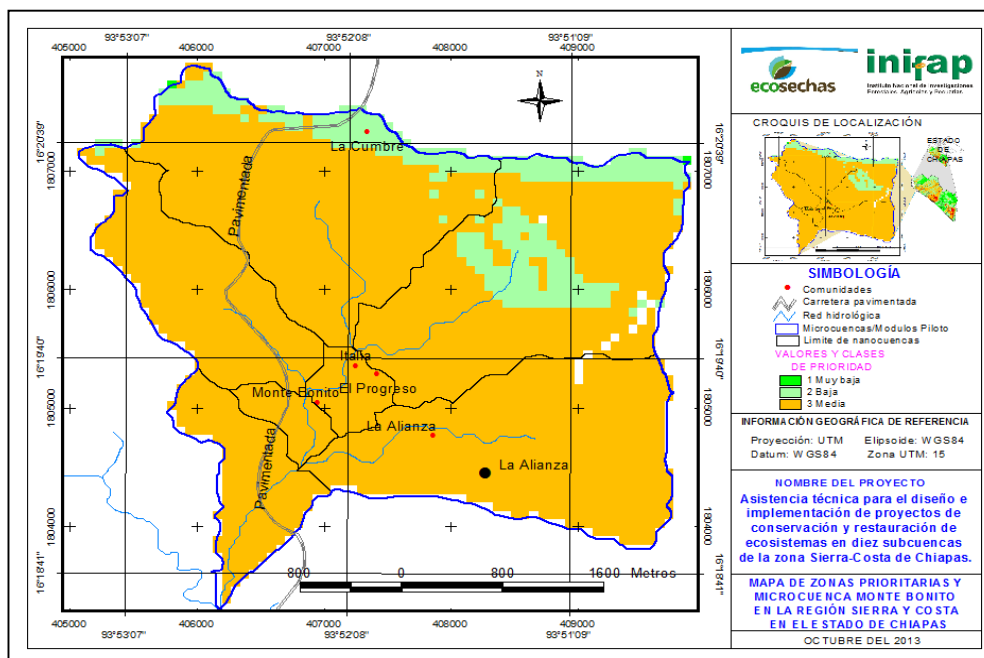


Figura 2. Acercamiento de la microcuenca Monte Bonito

Cuadro 2. Superficie por clase de prioridad en la microcuenca Monte Bonito.

Categoría de prioridad	Superficie ( ha )	Superficie ( % )
1 Muy baja	1.02	0.08
2 Baja	145.61	10.85
3 Media	1,195.06	89.07
Superficie total microcuenca Monte Bonito	1,341.69	100.00

En la figura 3, se observa la ubicación espacial de los tipos de uso del suelo en la microcuenca Monte Bonito. Esta cobertura digital es importante pues permitió estimar las superficies de cada ecosistema y cruzarlas con las que se generaron en el proceso de zonificación de áreas prioritarias.

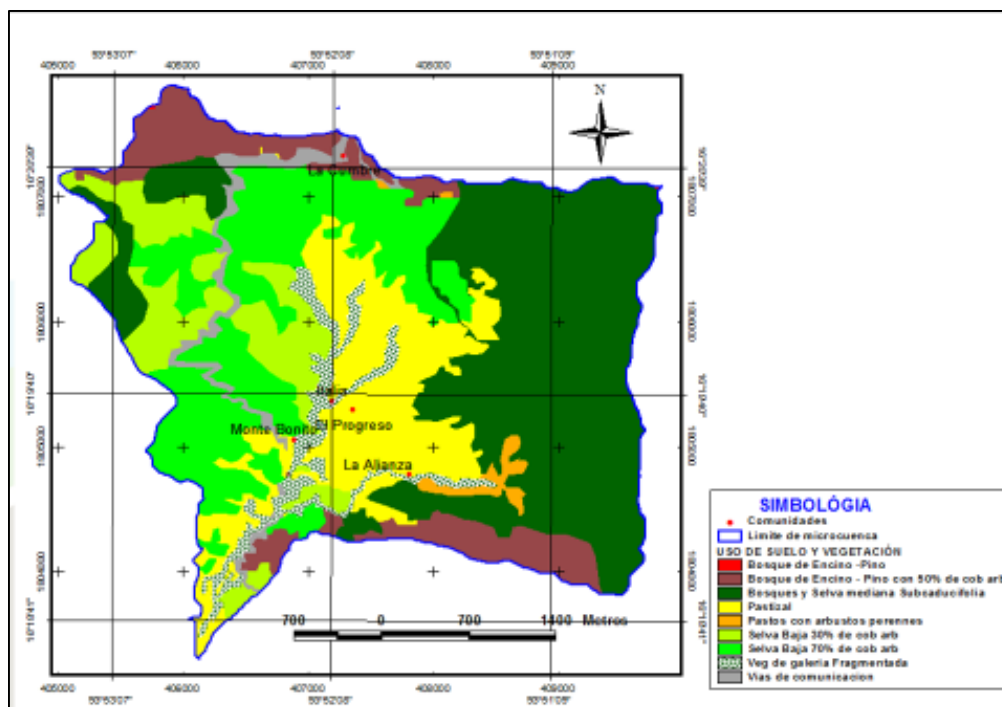


Figura 3. Tipos de uso del suelo en la microcuenca Monte Bonito.

El cuadro 3 resume la combinación de las dos superficies de ubicar espacialmente los usos del suelo y sentar la base territorial generar un primer ordenamiento de las prácticas y actividades de conservación y restauración, así como de producción sustentable mediante sistemas agroforestales.

Si bien en el análisis espacial se manejaron todos los factores y variables, es lógico que los resultados de la priorización pudieran cambiar en función de la inclusión u omisión de un determinado factor y la ponderación de sus clases. De acuerdo con el conocimiento que se tiene de los factores y de la certidumbre de información de cada uno de ellos, se considera que los resultados generados, con la salvedad del caso, son adecuados al propósito primordial: zonificar las áreas prioritarias factibles de restauración de ecosistemas.

Indudablemente, la información cartográfica focalizó zonas que pudieran servir como base territorial para implementar proyectos o acciones de restauración. Las superficies cuantificadas por prioridad pueden servir para tener un acercamiento territorial y poder establecer metas de



proyectos de restauración y conservación, sobre todo a nivel de microcuencas. Con esta información y otros elementos relacionados con los efectos por la intervención de prácticas de conservación, restauración y de producción sustentable, es posible cuantificar *a priori* metas de valoración de los servicios ecosistémicos que se generen con la implementación de proyectos a nivel de microcuencas y subcuencas.

Cuadro 3. Estrategias y procesos de restauración, conservación y producción sostenida en la microcuenca Monte Bonito

Uso de suelo y vegetación	Superficie por prioridad (ha)		Estrategias y procesos de conservación y producción (ha)							
	Baja	Media	SSP	RESEC	UMAS	SAF	Refores-tación	CONSA	CONSA	Áreas de exclusión
Bosque Encino-Pino (850% cobertura arbórea)	39	89					89			39
Selva mediana Subcaducifolia	74	405								479
Pastizal	7	204	211					211	211	
Pasto con arbustos perennes		13		13				13	13	
Selva Baja con 30% de cobertura arbórea		136		136			136			
Selva Baja (70% cobertura arbórea)	15	265			15	265				
Vegetación de galería fragmentada		56					56	56	56	
Vías de comunicación	7	29						36	36	
<b>Total</b>	<b>142</b>	<b>1,197</b>								

SSP: sistemas silvopastoriles; RESEC: restauración ecológica; UMAS: unidades de manejo ambiental; SAF: sistemas agroforestales; CONSA: conservación de suelos

## CONCLUSIONES

El análisis y el manejo geoespacial de los factores sus variables permitió generar coberturas digitales (mapas) de una primera zonificación de áreas prioritarias factibles de restauración ecológica y de conservación sustentable del suelo.

La información cartográfica focalizó zonas que pudieran servir como base territorial para implementar proyectos o acciones de restauración y conservación. Las superficies cuantificadas por prioridad pueden servir para tener un acercamiento territorial y poder establecer metas de proyectos de restauración y conservación, a nivel de cuenca y microcuenca.

Con la información generada y otros elementos relacionados con los efectos por la intervención de prácticas de conservación, restauración y de producción sustentable, es posible cuantificar *a priori* metas de valoración de los servicios ecosistémicos que se generen con la implementación de proyectos a nivel de cuencas.

Es recomendable hacer una validación de esta información cartográfica con la participación de todos los actores con el propósito de reunir más elementos o evidencias (de campo, de comparación con otros estudios, de experiencias regionales y locales, etc.) que permitan dar certidumbre a los resultados.



---

## LITERATURA CITADA

- Aliaga, C. R., Espinosa, L.E., Jamanpa, Q. M., Blas, S. R., Bazán, T. R., Rodríguez, S. G. y Villagómez, C. V. 2007. Fundamentos técnicos de zonificación para el cultivo de maca en la Meseta del Bombón Jumín y Pasco. Documento de Trabajo. PDRG-GTZ. Lima, Perú. 87 pag.
- Dourojeanni, A., A. Jourravlev, G. Chávez. 2002. Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica. CEPAL. Serie Recursos Naturales e Infraestructura. Santiago de Chile.
- CONAGUA y UACH-DEPARTAMENTO DE IRRIGACIÓN. 2006. Evaluación de los efectos del cambio de cobertura y uso del suelo en la erosión hídrica y las relaciones precipitación escurrimiento en las cuencas de los ríos Huixtla, Huehuetán y Coatán, del estado de Chiapas.
- CONAGUA e INIFAP-CAMPO EXPERIMENTAL CENTRO DE CHIAPAS. 2008. Transferencia de tecnología para la ejecución de prácticas de conservación del suelo y agua en microcuencas de la cuenca media del río Huehuetán, Chiapas. Informe Final 2008. Campo Experimental Centro de Chiapas. Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas. 284 pp.
- Conservación Internacional México, A.C. 2013. Proyecto de cooperación internacional “Integración de Esfuerzos para la Conservación de los Servicios Ecosistémicos y Biodiversidad a Escala Subcuenca en Chiapas, México” (ECOSECHAS).
- Faustino, M J. 2005. Del manejo a la cogestión de cuencas hidrográficas. Taller Nacional de Cogestión de cuencas hidrográficas. CATIE. Honduras.
- Grobet, G. 2003. “Manual de Métodos de Análisis de Decisión Multicriterio Multiobjetivo para el Ordenamiento Ecológico” (Informe Final). Dirección General de Planeación y política ambiental. SEMARNAT. México
- Instituto de Historia Natural y Ecología. Dirección de Protección Ambiental. Depto de Planeación Ambiental. 2005. Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Subcuenca del Río Lagartero, Arriaga, Chiapas, México.
- Masera, O.; Aster, M. y López-Ridaura, S. 2000. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. GIRA. Instituto de Ecología de la UNAM. Mundi-Prensa. México, D. F. 109 pp.
- SEDESOL. SEMARNAT. SEMAVIHN. 2008. REGLAMENTO INTERNO DEL COMITÉ PARA LA INSTRUMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE CHIAPAS. Comité del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Chiapas. 15 pp
- SEMARNAT. DOF. 2003. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.





## CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR AGRÍCOLA EN OCHO CUENCAS DEL SUR-SURESTE DE MÉXICO

Uresti D.D., <sup>1</sup> Inurreta A., H. D.,<sup>1</sup> Ibarra G., A.X., Uresti G. J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Cotaxtla. Km 34.5 Carretera Federal Veracruz - Córdoba. Medellín de Bravo, Veracruz C.P. 94270. México. Email: uesti.diana@inifap.gob.mx

T-91

### RESUMEN

El cambio climático está impactando negativamente la productividad del sector agrícola, lo que pone en riesgo la seguridad alimentaria y agrava la situación de pobreza en el mundo. El presente trabajo, tiene como objetivo específico caracterizar dicho sector en ocho cuencas representativas (Balsas-Mezcala, Grijalva-Concordia, Grijalva-Villahermosa, Laguna de Términos, Nautla, Papaloapan, Tehuantepec, Yucatán) de la región Sur-sureste de México. La caracterización, se inició a partir de información que se obtuvo del SIAP fuente oficial, la cual se procesó, analizó y conjuntó en bases de datos.

En el sector agrícola, se encontró que en el área de estudio se cultiva una superficie de 4.10 Mha, siendo Papaloapan la que presenta una mayor superficie con 1.20 Mha, seguida por Yucatán (0.90 Mha), Grijalva-Villahermosa (0.69 Mha), Grijalva-Concordia (0.43 Mha), Nautla (0.31 Mha), Balsas-Mezcala (0.28 Mha), Términos (0.14 Mha) y Tehuantepec (0.14 Mha). Los cultivos con mayor presencia en el área de estudio fueron: maíz de grano (1,744 Kha), café (365 Kha) y caña de azúcar (325 Kha).

**Palabra claves:** Cambio climático, Tecnología agrícola, Infraestructura agrícola, Superficie producción.

### INTRODUCCIÓN

El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (2007), confirma que el calentamiento global de la tierra es un hecho debido a causas antropogénicas (Solomon, *et al.* 2007) y es necesario adaptar el sector agrícola al nuevo escenario para contrarrestar y/o evitar sus impactos negativos. Por lo que generar conocimiento sobre la disponibilidad de tecnología e infraestructura disponible del sector agrícola puede ayudarnos a evaluar el impacto que el cambio climático tendrá en la productividad de este sector. El desarrollo y la difusión de la tecnología pueden apoyar un cambio en las prácticas agrícolas hacia actividades más sostenibles. Las preocupaciones sobre la mitigación y la adaptación al cambio climático están generando nuevas prioridades de investigación e innovación en la agricultura. En el contexto de la agricultura, “tecnologías” incluye nuevas variedades y prácticas, como la gestión del suelo, cosecha de agua, riego, aplicación de fertilizantes y arado. (CMNUCC 2009).

Según (IFPRI, 2001) una investigación agrícola que conduce a tecnologías mejoradas puede incrementar la producción de los agricultores pobres en sus propias fincas; lo que conlleva a proveer mayores oportunidades de empleo agrícola tanto a propietarios de fincas como a trabajadores sin tierra, así como salarios más altos dentro de las regiones que adopten estas tecnologías; y con ello se pueden aumentar las oportunidades de emigrar a otras regiones agrícolas para beneficiar a un amplio rango de personas pobres a través del crecimiento de la economía no agrícola en zonas rurales y urbanas al rebajar los precios de los alimentos para todos los consumidores, rurales o urbanos así se mejora el acceso económico a productos agrícolas, lo cual incrementa el nivel de poder de los pobres, mejorando su acceso a la toma de decisiones y su capacidad para actuar colectivamente, y reduciendo su vulnerabilidad a los cambios bruscos e inesperados, mediante la acumulación de activos.

En cuanto a la infraestructura agrícola es vital para lograr la reducción de la pobreza y medios de vida agrícolas sostenibles. La infraestructura rural no solo desempeña una función económica



significativa sino también una función decisiva en el desarrollo del capital humano de las poblaciones rurales y una función fundamental como factor de cambio en la estructura económica y social de las comunidades rurales. La falta de infraestructuras básicas impone altos costos a las poblaciones rurales, en términos de distancias más largas que recorrer para acceder a bienes y servicios, precios de bienes de consumo más altos y precios de venta más bajos para sus productos. También desincentiva el establecimiento de nuevas empresas (agrícolas o no) y dificulta la productividad de aquellas ya existentes.

### **Objetivo**

Caracterizar el sector agrícola de acuerdo a la superficie de producción, tecnología e infraestructura disponible, en ocho cuencas del sur- sureste de México.

### **MATERIALES**

Debido a que esta actividad es meramente de investigación documental, los materiales que se ocuparon consisten en distintos tipos de información y herramientas para manejar dicha información; se utilizó la base de datos del SIAP y sistemas de información geográfica para identificar los municipios contenidos en las ocho cuencas en estudio.

### **MÉTODOS**

La caracterización del estado actual dentro del periodo 2010-2012 del sector agrícola, se basó en la búsqueda, consulta e identificación de información estadística en el SIAP para el total de los municipios que conforman las ocho cuencas hidrológicas del proyecto, se descargó y se analizó para conjuntarla en bases de datos estadísticos y cuadros para el total de los municipios de las ocho cuencas hidrológicas.

La caracterización del sector agrícola se hizo en función de las variables:

- Presencia de cultivos anuales, bianuales, frutales perennes, cultivos industriales y otros de importancia comercial. Se obtuvieron un total de 163 cultivos distribuidos en los municipios de las cuencas hidrológicas.
- Superficie sembrada, cosechada y siniestrada en los municipios por cultivo,
- Rendimiento promedio por cultivo, volumen y valor de la producción.
- Descripción de los sistemas de producción por cultivo.
- Tecnología de producción disponible.
- Infraestructura disponible para la producción agrícola.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Definición del área de estudio

Dentro de las cuencas en estudio se identificaron un total de 624 municipios distribuidos como se muestra en el Cuadro 1. Es importante mencionar, que el área de estudio aumentó considerablemente (de 17.33 a 28.47 Mha), por la decisión de considerar el total de la superficie de un municipio que estuviera contenido de manera parcial en alguna cuenca de estudio (Cuadro 1). Además, esto aunado a la cercanía de algunas cuencas y la extensión de algunos municipios, provocó que algunos de ellos fueran seleccionados en distintas cuencas, en estos casos se optó por asignarlos a la cuenca con la que compartieran mayor superficie. La Figura 1 muestra la distribución espacial de las cuencas y los municipios.

**Cuadro 1. Municipios y superficies por cada cuenca hidrológica.**

Cuencas hidrológicas	Número de municipios	Superficie de la cuenca (Mha)	Superficie considerada (Mha)
Balsas-Mezcala	36	1.45	2.66
Grijalva-Concordia	28	1.32	2.22
Grijalva-Villahermosa	62	2.22	4.59
Laguna de Términos	7	1.88	4.55
Nautla	36	0.5	1.00
Papaloapan	277	4.74	5.62
Tehuantepec	65	1.05	1.55
Yucatán	113	4.17	6.29
<b>TOTAL</b>	<b>624</b>	<b>17.33</b>	<b>28.47</b>

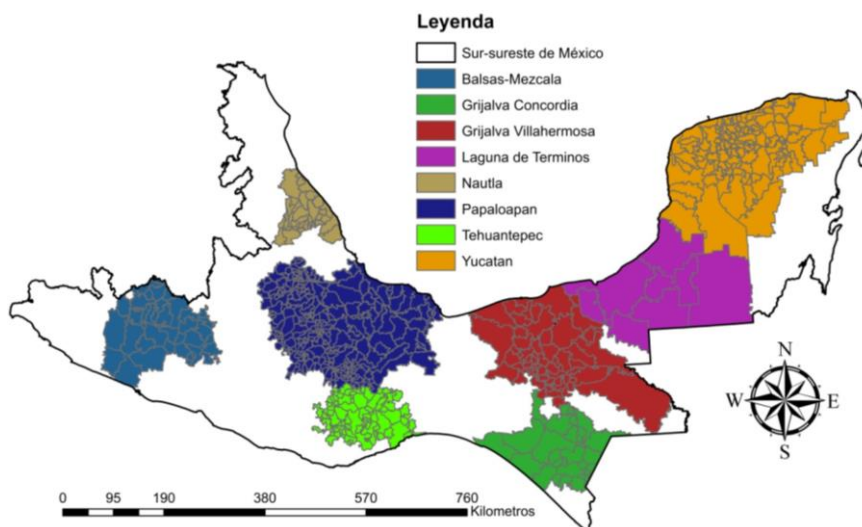


Figura 1.- Distribución geográfica de las cuencas con sus municipios.

### Caracterización del Sector Agrícola

La caracterización realizada en base a la superficie de cultivos agrícolas se obtuvo un total de 163 cultivos distribuidos en los municipios de las cuencas hidrológicas. En el Cuadro 2. Se muestran para cada una de las cuencas hidrológicas en estudio el resumen de la superficie cosechada, siniestrada, y el valor de la producción.

**Cuadro 2. Resumen de la superficie cosechada, siniestrada y el valor de la producción en las ocho cuencas estudiadas.**

Cuencas hidrológicas	Superficie cosechada (ha)	Superficie siniestrada (ha)	Valor producción (miles de pesos)
Balsas Mezcala	275,327	1,927	3,512,770
Grijalva Concordia	422,723	10,850	7,367,062
Grijalva Villahermosa	674,720	12,433	9,750,835
Nautla	292,918	18,913	6,741,655
Papaloapan	1,137,856	65,505	21,608,952
Tehuantepec	132,854	8,191	1,227,635
Términos	136,547	7,530	1,389,018
Yucatán	871,501	31,638	5,034,725
<b>Total general</b>	<b>3,944,445</b>	<b>156,987</b>	<b>56,632,653</b>



Para el año 2010 el total de la superficie sembrada fue de 4,101,432 ha la superficie cosechada total fue de 3,944,445 y 4 % del área fue siniestrada, con un valor de 56,632,652 millones de pesos, El intervalo de superficie cosechada varió de 1,137,856 ha (Papaloapan) a 136,547 ha (Términos). Papaloapan cuenta con 1,137,856 ha las cuales corresponden el 29 % (1,137,856 ha) de la superficie cosechada de las cuales el 6% fue siniestrada. La cuenca de Yucatán cosecho el 22 % sobre el total la superficie cosechada en 871,501 ha de las cuales el 4 % fue siniestrada. Tecnología Agrícola

En cuanto a desarrollo tecnológico se encontró en la proporción de superficie temporal y riego que el total de las unidades de producción en las ocho cuencas hidrológicas es 971,994 con riego es de 62,133 y de temporal 941,228 unidades de producción Grijalva Villahermosa cuenta con 229,209 seguida de Papaloapan con 284,806 de las cuales la cuenca de Papaloapan predomina con el 36 %, seguido por Yucatán con el 20 % y Balsas Mezcala el 14 %. El sistema de riego más utilizado es el de canales de tierra con 32,875 unidades de producción. La superficie agrícola total 6,146,919 ha de las cuales con riego son 208,895 y temporal 5,938,024. En tipo de riego el total de las unidades de producción con riego es de 60,734 de las cuales la cuenca de Papaloapan predomina con el 36 %, seguido por Yucatán con el 20 % y Balsas-Mezcala el 14 %. El sistema de riego más utilizado es el de canales de tierra con 32,875 unidades de producción. En cuanto a tipo de tracción el total de unidades de producción que usan fuerza de tracción es de 981,030 de las cuales Papaloapan predomina con el 30 %, seguido por Grijalva-Villahermosa con el 23 % y Balsas-Mezcala el 12 %. La tracción más utilizada son herramientas manuales con 579,550 unidades de producción. Para la fertilización el total de la superficie agrícola que utilizan tecnología es de 6,126,418 ha de las cuales Papaloapan abarca la mayor superficie con el 26 %, seguido por Grijalva-Villahermosa con el 22 % y Yucatán el 13 %. La tecnología más aplicada en las ocho cuencas de estudio es fertilizantes químicos con total de 846,337 ha.

### **Infraestructura Agrícola**

En el desarrollo de la infraestructura se encontró que los tipos de riego mayormente utilizados son de riego, canales cubiertos canales de tierra, aspersión, microaspersión goteo entre otros. El total de las unidades de producción con riego es de 60,734 de las cuales la cuenca de Papaloapan predomina con el 36 %, seguido por Yucatán con el 20 % y Balsas-Mezcala el 14 %. El sistema de riego más utilizado es el de canales de tierra con 32,875 unidades de producción. Las instalaciones de postcosecha en las ocho cuencas son beneficiadora, deshidratadora, empacadora, seleccionadora, desfibradora. El mayor número de instalaciones son las beneficiadoras con un total en las ocho cuencas de 453, ubicadas principalmente en la cuenca Grijalva Villahermosa, seguido por 176 empacadoras, 39 desfibradoras, 38 deshidratadoras, la mayoría se encuentran ubicadas en la cuenca de Papaloapan. En los medios de transporte el total por unidades de producción es 332,950 de las cuales predomina Papaloapan con el 31 % seguido por Grijalva-Villahermosa con 21 % y Grijalva-Concordia 16 %. El transporte más utilizado fue camiones y camionetas con 285,511 unidades de producción también se ubicaron ferrocarril con 129 unidades de producción, transporte aéreo con 972 unidades y 649 unidades de embarcaciones.

En vehículos de carga se cuenta con un total de 69,280 de los cuales existen más vehículos de modelo 1981 a 2000 con un total promedio del 77 %. Papaloapan cuenta con el mayor número de vehículos de carga con el 35 %, seguido por Nautla con 15 % y Yucatán con el 11%. Los Centros de comercialización más comunes en las cuencas en estudio son los tianguis (12398 unidades), mercados públicos (124442 unidades) y centrales de abasto (7 unidades). Tehuantepec cuenta con el mayor número de tianguis y mercados públicos, en segundo lugar Papaloapan y Balsas Mezcala. Los tractores con más existencia de acuerdo a su potencia son los de 60 a 85 hp, con un total de 3,852 tractores de los cuales Papaloapan con el 40 %, Nautla el 17 % y Yucatán 15%.



Otra potencia utilizada es de 85-145 hp de los cuales Papaloapan y términos ocupan el mayor número de tractores.

La existencia total de maquinaria agrícola para cosecha y otras actividades agrícolas es de 9,060 unidades de las cuales Papaloapan predomina con el 27 %, seguido por Grijalva-Villahermosa con 19 %, y Yucatán el 16 %. La maquinaria más utilizada en las ocho cuencas es trilladora con 461 unidades.

Estas tecnologías e infraestructuras pueden hacer más eficiente la producción, acorde con la información reportada los niveles de tecnología e infraestructura Yucatán tiene la mayor producción de semilla. El financiamiento, tecnología y capacidad de adaptación son fundamentales para habilitar una adaptación efectiva y motivar reducciones de emisiones del sector agrícola. Para adoptar nuevas prácticas agrícolas se requiere tener acceso a nuevas tecnologías; modificar las existentes; y contar con una capacidad adicional en el campo, la política y niveles científicos para implementar esas medidas.

Según General (2000), para alcanzar los objetivos relativos al cambio climático y al desarrollo, es necesario ampliar significativamente los esfuerzos internacionales de modo de difundir las tecnologías existentes y desarrollar y divulgar otras nuevas. Difundir las tecnologías climáticas inteligentes implica mucho más que enviar a los países en desarrollo equipos listos para usar, por el contrario se requiere desarrollar capacidad de absorción y mejorar la habilidad de los sectores público y privado para identificar, adoptar, adaptar, mejorar y utilizar las tecnologías más adecuadas.

## CONCLUSIONES

En el año 2012 en México se cultivó una superficie de alrededor de 7,372,218 ha y se cosecharon 6,923,899 ha para una producción de 22,069,254 t. En las ocho cuencas en estudio se cosecha alrededor de 3,944,445 ha con un valor de 56,632,653 miles de pesos.

En la mayoría de las cuencas el cultivo con mayor superficie sembrada y cosechada es el maíz de grano con una superficie total de 1,698,072 ha. Otros cultivos representativos que se siembran son el café, la caña de azúcar y el frijol con excepción de la cuenca de Yucatán en la cual los cultivos con mayor superficie cosechada son los pastos, maíz, naranja, henequén y soya. Respecto a la tecnología e infraestructura las cuencas más desarrolladas son Papaloapan y Yucatán, cuentan con mayor número de unidades de producción con sistema de riego. Balsas Mezcala, Grijalva Villahermosa y Papaloapan cuentan con el mayor número de unidades que usan fuerza de tracción ya sea mecánica o con animales de trabajo, tienen la mayor superficie agrícola que utiliza tecnología de fertilización, control de malezas y plagas. Estas mismas cuencas además de Yucatán utilizan tecnología de semilla mejorada. En infraestructura para cosecha y postcosecha Papaloapan y Grijalva Villahermosa tienen mayores unidades de infraestructura por unidad de producción así como infraestructura de transporte por unidad de producción.

## LITERATURA CITADA

General, P. (2000). Desarrollo y cambio climático,60.doi:10.1029/2003RG000143.Jones Solomon, S., D. Qin, M. Mannering, R. B. Alley, T. Berntsen, N. L. Bindoff, Z. Chen, A. Chidthaisong, J. M. Gregory, G. C. Hegerl, M. Heimann, B. Hewitson, B. J. Hoskins, F. Joos, J. Jouzel, V. Kattsov, U. Lohmann, T. Matsuno, M. Molina, N. Nicholls, J. Overpeck, G. Raga, V. Ramaswamy, J. Ren, M. Rusticucci, R. Somerville, T. F. Stocker, P. Whetton, R. A. Wood y D. Wratt 2007. Technical Summary. In: Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller (eds). Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido and New York, E.U.A. p19-91.



- IPCC. 2007b. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007. Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. B. Metz, O. R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, y L. A. Meyer (eds). Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido and New York, E.U.A. P2-23.
- Secretaría de la **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático** (CMNUCC). 2009. Second synthesis report on technology needs identified by Parties not included in Annex I to the Convention - Note by the secretariat; FCCC/SBSTA/2009/INF.1, 2009
- FAO. 2010. *La adaptación de la agricultura, la silvicultura y las pesquerías al cambio climático. Perspectiva, estructura y prioridades*. Roma, Italia.



XXVI REUNIÓN CIENTÍFICA-TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2014 Y III SIMPOSIO INTERNACIONAL EN  
PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA TROPICAL, 6 Y 7 DE NOVIEMBRE, VILLAHERMOSA, TABASCO, MÉXICO

---

# PLANTACIONES





## VARIACIÓN MORFOLÓGICA DE CARACTERÍSTICAS DEL FRUTO DE *Theobroma cacao* L. EN BANCOS DE GERMOPLASMA DE TABASCO

Ramírez-Guillermo M.A.<sup>1\*</sup>, Lagunes-Espinoza L.C.<sup>1</sup>, Gutierrez O.A.<sup>2</sup>, Ortiz-García C.F.<sup>1</sup> y De la Rosa-Santamaría R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Área de Ciencia Vegetal, Postgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico, Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco. Periférico Carlos A. Molina km 3.5 carretera Cárdenas-Huimanguillo 86500. H. Cárdenas, Tabasco. \* miguel.ramirez@colpos.mx; lagunesc@colpos.mx

<sup>2</sup>Área de Genética USDA/ARS Estación de Investigación en Horticultura Subtropical. 13601 Old Cutler Road, Miami, Fl. 33158. USA

T-4

### RESUMEN

El objetivo del estudio fue generar información sobre las características morfológicas del fruto y de la semilla de accesiones de cacao (*Theobroma cacao* L.) de los bancos de germoplasma del CEHUI-INIFAP y la ex finca El “Danubio”, para conocer la variación existente en tales características. Se evaluaron 17 características del fruto y 9 de la semilla en 69 accesiones. Los resultados muestran que en los bancos de germoplasma en estudio, el 52.2% de los frutos presentan forma angoleta, el 5.8% formas cundeamor, criollo y calabacillo y 1.4% oblongo. A madurez, el 68.1% de las accesiones presenta frutos color amarillo, y el 66.7% tienen una cáscara con rugosidad leve. En relación a la semilla, el 47.82% se tiene de color púrpura y solo el 13.04% presentan cotiledones en coloración crema que caracteriza a los tipo criollos. Las características morfológicas del fruto y de la semilla presentaron amplios rangos de variación entre las accesiones en ambos bancos de germoplasma. El análisis de componentes principales (ACP) muestra que las características que permiten diferenciar entre accesiones son peso y diámetro de la mazorca, el espesor del caballete, la profundidad del surco, el peso total de las semillas por mazorca, la proporción de pericarpio y el número de semillas por mazorca. La información obtenida permite identificar accesiones sobresalientes en características de fruto y semilla que podrán ser seleccionados para los programas de mejoramiento del cultivo.

**Palabras clave:** *Theobroma cacao*, caracteres morfológicos, banco de germoplasma, fruto, semilla

### INTRODUCCIÓN

Cacao (*Theobroma cacao* L.), árbol perenne tropical originario de los bosques húmedos del Amazonas en Sudamérica, pertenece a la familia de las Malvaceae (Alverson *et al.*, 1999). La mayor diversidad genética de la especie se encuentra en el alto amazonas, de donde se ha distribuido a Centroamérica y el sur de México (Thomas *et al.*, 2012). Es una especie diploide ( $2n=2x=20$ ), alógama, de polinización entomófila, y con un genoma de 411-494 Mb (Argout *et al.*, 2011). Se distinguen tres morfotipos: criollo, sus semillas son de aroma y sabor fino; forastero, el 90% de la producción proviene de este tipo y, trinitario, cruza entre los criollos y forasteros, los cuales muestran diferencias en sus características de rendimiento y calidad; actualmente se han descrito diez grupos genéticos, destacando en México el morfotipo criollo (Motamayor *et al.*, 2008). Los Olmecas fueron los primeros consumidores del cacao hace más de 4000 años (1800-1000 a C.) (Powis *et al.*, 2007; Powis *et al.*, 2011), los Mayas domesticaron la planta bajo un sofisticado agroecosistema forestal en la región sur de México y el consumo de cacao por ellos ocurrió hace unos 2500 años (Gómez-Pompa y Kaus 1990; Whitkus *et al.*, 1998; Díaz, 2006; INAH, 2012). Los Aztecas limitaban su consumo a la realeza. Los granos eran utilizados como monedas en los tratos mercantiles y como tributo en los pueblos sometidos. Actualmente el 72% de la producción de cacao proviene de África, el 15% de América y el 13% de Asia y Oceanía (ICCO, 2013). A nivel mundial México ocupa el 13<sup>avo</sup> lugar en producción,



durante el ciclo 2012-2013 produjo 27 619.11 t, (SIAP, 2014a). El estado de Tabasco cuenta con 41 027.58 ha cultivadas de cacao, en donde se producen 18 339.74 t; con un valor de \$ 736 064.38 pesos y el promedio de producción es de 0.45 t ha<sup>-1</sup>. De éste cultivo dependen 31 139 familias, (SIAP, 2014b). La principal enfermedad que ataca al cultivo actualmente es la moniliasis (*Moniliophthora roreri* (Cif.)), enfermedad que puede causar pérdidas superiores al 80% en la producción (Phillips *et al.*, 2006).

En Tabasco las poblaciones de cacao antes del siglo XX, eran principalmente del morfotipo criollo. Actualmente corresponden al grupo genético trinitario, introducido a principios del siglo XX. Por ello en las plantaciones del Estado predominan las formas de fruto amelonado en 80 %, en menor grado las formas angoleta y cundeamor (12%) y calabacillo en 8 % (López *et al.*, 2013). Diversas instituciones han conformado bancos de germoplasma para rescatar y conservar la diversidad genética del cacao en el estado. El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuaria (INIFAP) cuenta con el principal banco de germoplasma de cacao en el Campo Experimental Huimanguillo (BGC-CEHUI), el cual ha sido enriquecido con materiales locales, nacionales e internacionales de los diferentes morfotipos genéticos con el fin de desarrollar su programa de mejoramiento genético para obtener materiales híbridos de alta producción, calidad del grano y resistencia a enfermedades como la moniliasis (*M. roreri*) y mazorca negra (*Phytophthora* spp.). Las introducciones internacionales provienen del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Costa Rica (López *et al.*, 1996). Actualmente el BGC-CEHUI cuenta con 116 accesiones, el 72.3 % son originarios de México, el 8.6 % de Costa Rica, 6.9 % de Ecuador, 3.4 % de Perú, 2.6 % de Brasil, Trinidad Tobago y Venezuela y el 0.9 % de Colombia. Dentro de estas accesiones se encuentran los híbridos creados por INIFAP con progenitores de México, Costa Rica, Perú, Colombia y Ecuador.

El uso de características morfológicas del fruto y de la semilla ha permitido distinguir clones de cacao, compararlos con otros materiales de interés y corroborar su identidad. Posteriormente esta información puede además complementarse con información molecular (Phillips-Mora *et al.*, 2012). En las accesiones del BGC-CEHUI, solo se han realizado descripciones morfológicas de 10 clones considerando características de productividad y resistencia a enfermedades. Debido a la importancia del cultivo en el Estado y a la necesidad de contar con el conocimiento morfológico de cada accesión establecida en los bancos de germoplasma de cacao para su mejor aprovechamiento, en este estudio se hizo la caracterización morfológica de 69 accesiones (híbridos y clones) de los bancos de germoplasma del CEHUI y de la ex finca El Danubio ahora perteneciente a la División Académica Multidisciplinaria de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (DAMC-UJAT) en Comalcalco, Tabasco.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron 69 accesiones de cacao, provenientes de dos bancos de germoplasma (Cuadro 1). El banco de germoplasma del CEHUI-INIFAP, se localiza en el municipio de Huimanguillo, Tabasco, a una altitud de 28 msnm. Sus coordenadas son 17°58'54.8" Latitud Norte y 93°35'07.2" 51.0' de Longitud Oeste. De cada accesión se tienen réplicas de cinco a diez individuos cada una, propagadas por injerto, establecidas en marco real a una distancia de 3.0 x 3.0 m entre hileras y plantas, bajo sombra de Cocohíte (*Gliricidia sepium*) y Chipilcoite (*Diphysa robinooides*). La ex finca El Danubio se localiza en las instalaciones de la DAMC-UJAT en la ranchería Sur 4<sup>a</sup> secc., del municipio de Comalcalco, Tabasco a una altitud de 32 msnm. Sus coordenadas son 18°13'38.3" Latitud Norte y 93°13'43.2" Longitud Oeste. Esta plantación es producto de un ensayo de híbridos plantados aleatoriamente bajo sombra de moté (*Erythrina fusca*) y consta de 660 árboles de cacao. La colecta de mazorcas fue en enero 2012 para la Ex finca El Danubio y de diciembre 2013 a marzo 2014 para las del BGC-CEHUI. Los genotipos fueron caracterizados morfológicamente utilizando caracteres de frutos y de las semillas. Para ello, de



cada accesión, se colectaron de tres a 10 frutos maduros y sanos y las semillas se tomaron al azar de una mezcla de las mazorcas colectadas.

Cuadro 1. Accesiones de cacao en los bancos de germoplasma del CEHUI-INIFAP y la Ex Finca El Danubio, en Tabasco.

Accesión	
<b>CEHUI-INIFAP</b>	
Clones	UF11, UF12, UF29, UF273, UF296, UF613, UF667, UF668, UF700, ICS6, ICS95, SCA6, SCA12, PORC3, PORC3T1, POUND7, EET48, EET95, EET96, EET400, CATONGO, SPA9, IMC67, H20, CC225, OC77, PA169
Híbridos	F7, F9, F14, F20, F21, F28, F30, F33, F42, F45, F61, HRMO15, HRMO16, HRMO17
Clones Criollos	CARMEC1, RIM68, T3C, TF20, TF45, TF59, TF61, CRF6, CR22, CR38, CR126
<b>Ex Finca El Danubio-DAMC-UJAT</b>	
Híbridos	DAN4, DAN13, DAN15, DAN34, DAN43, DAN134, DAN187, DAN188, DAN198, DAN228, DAN242, DAN340, DAN367, DAN386, DAN401, DAN401, DAN460, DAN480, DAN511

Se utilizó el mayor número de frutos disponibles por accesión, ya que a menudo se observaron frutos afectados por enfermedades como *M. roreri* y *Phytophthora* spp. También se observaron con frecuencia frutos dañados por ardillas. El peso seco de las semillas fue determinado después del secado a 60 °C por 48 h.

Para la descripción de las características morfológicas cualitativas y cuantitativas de los frutos y de las semillas se utilizaron los descriptores de Engels *et al.* (1980) y Phillips *et al.* (2012) (Cuadro 2).

Los datos cuantitativos fueron sometidos a análisis de varianza bajo un diseño complementario al azar para determinar el efecto del morfotipo de cacao y de la accesión. La prueba de separación de medias de Tukey para conocer las diferencias estadísticas entre accesiones y entre morfotipos para cada una de las características morfológicas cuantificadas. Con el conjunto de características se realizó un análisis de componentes principales (ACP), a partir de la matriz de correlaciones para determinar la importancia relativa de cada característica en la variación de las accesiones. Ambos análisis se hicieron con el paquete estadístico SAS (SAS, 2010).

## RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza mostró que existe amplia variación en características morfológicas entre las accesiones resguardadas en los bancos de germoplasma evaluados (Cuadro 3). Se observa también que existe diferencia significativa entre los morfotipos de cacao presentes en los bancos de germoplasma evaluados. En promedio los tipos híbridos sobresalen en las características cuantitativas evaluadas.

Los rangos de variación entre accesiones y al interior de cada banco de germoplasma fueron amplios (Cuadro 4), indicativo de la amplia diversidad presente en estos dos bancos de germoplasma. Dentro de los morfotipos presentes, los del grupo de clones criollos fueron los que presentaron el menor rango de variación para las características evaluadas. Pero dentro de este grupo es posible distinguir accesiones que presentan un elevado peso de semilla por mazorca que podrían ser interesantes dada las características de calidad que presentan estos cacaos. Diferencias altamente significativas entre accesiones fueron observadas para todas las características evaluadas excepto para el peso seco y el espesor de la semilla.



Respecto a las variables cualitativas las formas del fruto dominantes entre las accesiones son angoleta (52.2 %), elípticos (20.3 %), amelonado (10.1 %), cundeamor y criollo (5.8 %), pentágona (2.9 %) y calabacillo y oblongo (1.4 %).

Cuadro 2. Descriptores morfológicos cuantitativos y cualitativos utilizados en la caracterización de frutos y de las semillas.

<b>Descriptor Fruto</b>	
Cuantitativo	Largo (cm), Diámetro (cm), Relación largo/diámetro (cm), Espesor del caballete (mm), Profundidad del surco (mm), Peso del fruto (g), Número de semillas por fruto, Peso total de las semillas (g)
Cualitativo	
Forma	1= angoleta, 2= amelonado, 3= cundeamor, 4= calabacillo, 5= criollo, 6=pentágona, 7=oblongo, 8=abovado, 9=ovado, 10= elíptico, 11=orbicular, 12=pentágona/cundeamor
Color	1= amarillo, 2=rojo, 3=amarillo/verde, 4=naranjado, 5= rojo medio, 6=rojo oscuro, 7=purpura, 8=verde/amarillo, 9= verde, 10=amarillo/rojo, 11=rojo/amarillo, 12= amarillo/naranjado
Constricción basal	0 = ausente, 1 = escaso, 2 = intermedio, 3 = bien marcado, 4 = muy ancho
Forma del ápice	1 = puntiagudo, 2 = agudo, 3 = obtuso, 4 = redondeado, 5 = pezón, 6 = dentado, 7 = atenuado, 8 = caudado
Rugosidad	0 = liso, 1 = leve, 3 = intermedia, 5 = levemente áspera, 7 = áspera
Dureza del mesocarpo	3 = suave, 5 = intermedio, 7 = duro
Color del chilillo	1 = verde, 2 = verde-rojo, 3 = rojo-verde, 4 = rojo intenso
Color de fruto verde	1 = verde, 2 = verde-rojo, 3 = rojo-verde, 4 = rojo intenso
Color del mucílago	1 = blanco, 2 = crema
<b>Descriptor semilla</b>	
Cuantitativo	Peso húmedo (g), Largo (mm), Diámetro (mm), Espesor (mm), Peso seco (g), Relación Largo/Diámetro
Cualitativo	
Forma	1 = oblonga, 2 = elíptica, 3 = ovada, 4 = irregular
Color del cotiledón	1 = blanco, 2 = crema, 3 rosa, 4 = violeta, 5 violeta claro, 6 = rojo oscuro, 7 = purpura, 8 = café, 9 = moteado
Forma en sección transversal	1 = aplanada, 2 = intermedia, 3 = redonda

De acuerdo a la forma del fruto, las accesiones con forma elíptica, amelonado, calabacillo y oblongo corresponden al complejo genético forastero y trinitario, y las formas criollo, pentágona, angoleta y cundeamor al complejo criollo (López, 1995; López *et al.*, 2013), aunque en nuestro estudio se observa una amplia variación para la forma del fruto incluso intra accesión, lo que dificulta la clasificación por accesión. Para la clasificación general del fruto de cacao las formas predominantes son angoleta, cundeamor, amelonado y calabacillo (López *et al.*, 1996). Estos materiales genéticos y los criollos son la base de las colecciones para el mejoramiento genético a nivel internacional. En relación al color de los frutos en estado de madurez el 68.1 % presentan color amarillo, el 11.6 % verde con amarillo, el 7.2 % anaranjado, el 5.8 % verde y 1.4 % rojo, 1.4 % rojo oscuro, 1.4 % amarillo con rojo, 1.4 % amarillo con naranja



y 1.4 % amarillo con verde. El 66.7 % de los genotipos tiene una rugosidad leve, el 11.6 % es intermedia, el 8.7 % es liso y levemente áspero, y el 4.3 % es áspero.

Cuadro 3. Medias de las características morfológicas cuantitativas evaluadas en los tipos de cacao presentes en bancos de germoplasma

Característica	CEHUI-INIFAP			Ex Finca El Danubio DAMC-UJAT
	Clones	Híbridos	Clones Criollos	Híbridos
Peso mazorca (g)	469.51 c	596.79 a	373.12 d	516.21 b
Largo mazorca (g)	16.29 b	17.08 a	16.20 b	16.56 ab
Diámetro mazorca (g)	8.16 b	8.86 a	7.43 b	8.29 b
Espesor del caballete (mm)	13.13 c	15.63 a	12.21 d	14.31 b
Profundidad del surco (mm)	8.85 b	11.23 a	7.93 c	8.31 bc
Relación largo/diámetro	2.00 b	1.94 b	2.20 a	2.01 b
Número de semillas por fruto	38.37 b	38.28 b	34.39 c	40.99 a
Peso total de semillas de mazorca (g)	131.13 a	132.29 a	96.69 b	136.86 a
Proporción de pericarpio en mazorca	0.72 c	0.78 a	0.74 bc	0.76 ab
Peso fresco semilla (g)	1.77 b	1.66 b	1.77 b	2.87 a
Peso seco semilla (g)	1.34 a	1.22 a	0.89 a	1.17 a
Diámetro semilla (mm)	12.86 a	12.35 b	11.87 c	12.72 a
Largo semilla (mm)	23.74 b	24.29 a	21.79 c	23.66 b
Espesor semilla (mm)	7.47 a	8.58 a	7.50 a	8.36 a

Medias con una letra común sobre una fila no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Una de las características cualitativas de importancia en la semilla para su clasificación dentro de un grupo genético es color del cotiledón, dado por el complejo genético al que pertenece el genotipo. El 47.82 % de las accesiones presentaron el color púrpura, el 30.47 % color violeta, el 13.04 % color crema y el 8.70 % moteado. El color crema o blanco del cotiledón, es una característica morfológica indicativa de los cacaos criollos, los cuales son considerados de alta calidad debido a los sabores y aromas del chocolate que produce este morfotipo de cacao. Destacan por el color crema de la semilla las accesiones T3C, RIM68, TF45, TF61, TF59, TF20, CRF6, CR38 y CARMEC1. Para los complejos forasteros y trinitarios el color del cotiledón es púrpura y violeta, generalmente no aromáticos (López *et al.*, 2013); color que presentaron la mayoría de las accesiones (clones e híbridos). Dentro de las accesiones evaluadas se observó la presencia de una combinación de colores crema/purpura, violeta en el cotiledón por lo que se clasificó el color como moteado. Las accesiones PORCE3, CR126, CR22, F30 y F44 presentaron esta característica en particular.

El análisis de componentes principales (ACP) para las características del fruto evaluadas mostró que los tres primeros componentes explican el 53 % de la variación observada entre las accesiones de cacao (Cuadro 5). Similar proporción de varianza explicada por un ACP para características morfológicas del fruto fue observada en un estudio de 300 genotipos de cacao provenientes de plantaciones y del banco de germoplasma de Camerún (Efombagn *et al.*, 2009).

El primer componente contó para el 24% de la variación total y muestra que las características del fruto que tuvieron mayor peso fueron las relacionadas con características de la mazorca como peso, diámetro, espesor del caballete, profundidad del surco, proporción del pericarpio y peso total de semillas. Características similares fueron las que permitieron separar a accesiones de cacao Criollo Porcelana de Venezuela (Chacon de Ramirez *et al.*, 2011). El componente 2



explicó el 16 % de la variación entre las accesiones de cacao y representó principalmente a las variables número de semillas por mazorca, forma de la mazorca y color del mucílago de la semilla. El tercer componente estuvo relacionado principalmente con características cualitativas como color del chilillo y color de la mazorca verde, además del largo y la relación largo/diámetro de la mazorca.



Figura 1. Representación gráfica de los componentes principales 1 y 2 de características cuantitativas y cualitativas del fruto en las accesiones evaluadas.

Cuadro 4. Rangos de variación morfológica para características cuantitativas de los frutos y semillas de 69 accesiones de los bancos de germoplasma de CEHUI-INIFAP y Ex Finca El Danubio DAMC-UJAT en Tabasco.

Característica	CEHUI-INIFAP			Ex Finca El Danubio DAMC-UJAT	Media	ANOVA Pr< valor F
	Clones	Híbridos	Clones/Criollo	Híbridos		
Peso mazorca (g)	170.96 - 691.82	310.41 - 735.64	259.04 - 528.29	310.89 - 746.87	428.26	***
Largo mazorca (g)	10.88 - 22.92	13.90 - 20.63	12.76 - 21.32	13.35 - 20.25	16.10	***
Diámetro mazorca (g)	5.73 - 9.10	6.97 - 9.66	6.61 - 8.52	6.84 - 9.53	7.99	***
Espesor del caballete (mm)	8.52 - 18.35	10.65 - 20.25	9.96 - 15.16	8.12 - 19.46	13.07	***
Profundidad del surco (mm)	5.01 - 13.10	5.92 - 15.89	6.84 - 10.76	4.58 - 10.24	8.32	***
Relación largo/diámetro	1.51 - 3.08	1.55 - 2.42	1.68 - 3.04	1.61 - 2.72	2.00	***
Número de semillas por fruto	24.00 - 46.50	25.71- 44.00	29.67 - 38.88	21.00 - 51.80	36.78	***
Peso total de semillas (g)	37.73 - 178.46	74.17 - 196.01	53.00 - 140.77	69.89 - 162.97	108.27	***
Proporción de pericarpio	0.66 - 0.87	0.66 - 0.87	0.69 - 0.79	0.55 - 0.82	0.73	**
Peso fresco de semilla (g)	0.82 - 3.86	1.22 - 1.98	1.12 - 4.06	1.11 - 4.33	1.91	*
Peso seco de semilla (g)	0.48 - 1.64	0.73 - 1.30	0.55 - 1.23	0.54 - 1.53	0.97	ns
Diámetro semilla (mm)	9.57 - 15.08	10.23 - 14.24	9.61 - 14.15	9.79 - 14.20	12.21	***
Largo semilla (mm)	20.87 - 27.69	21.51 - 26.39	18.60 - 25.34	21.85 - 26.66	23.22	***
Espesor semilla (mm)	5.62 - 9.25	6.65 - 10.41	5.97 - 9.07	6.62 - 10.60	7.66	ns

\*\*\* $p \leq 0.001$ ; \*\*  $p \leq 0.01$ ; \* $p < 0.05$ ; ns= no significativo

La representación gráfica de los dos primeros componentes principales muestra las características que tuvieron mayor importancia en cada componente para describir la relación entre las accesiones (Figura 1). Las accesiones DAN228, DAN134 y SCA6 presentaron mayor número de semillas en mazorca y un mucílago crema, y tienen menor peso y diámetro de mazorca, menor espesor del caballete menor profundidad del surco, menor peso de semilla, peso total de semillas por mazorca y menor proporción de pericarpio. En contraste el híbrido F33 presenta mayor peso y diámetro de mazorca, espesor del caballete, profundidad del surco, peso total de semillas por mazorca y proporción de pericarpio. Las accesiones que se encuentran en los cuadrantes inferiores como POR3, UF700, HRMO17, DAN196, TF45, UF196 presentaron menor número de semillas por mazorca y mucílago blanco.

**Cuadro 5. Variación explicada por tres primeros componentes principales para características del fruto en accesiones de los bancos de germoplasma CEHUI-INIFAP y Ex Finca El Danubio, Tabasco.**

Característica	CP1 (24%)	CP2 (16%)	CP3 (13%)
Peso mazorca (g)	0.90	0.25	0.13
Largo mazorca (g)	0.33	0.35	0.50
Diámetro mazorca (g)	0.93	0.08	0.0023
Espesor del caballete (mm)	0.89	-0.17	-0.07
Profundidad del surco (mm)	0.89	0.01	-0.06
Relación largo/diámetro	0.01	0.34	0.55
Número de semillas por fruto	0.17	0.84	0.07
Peso total de semillas de mazorca (g)	0.59	-0.66	0.07
Proporción de pericarpio en mazorca	0.59	0.29	0.07
Forma de la mazorca	0.07	0.76	-0.06
Color de la mazorca	0.04	-0.19	-0.09
Forma del ápice	-0.05	-0.07	0.48
Presencia de constricción basal	-0.27	0.23	0.38
Rugosidad del mesocarpio	-0.32	0.33	0.26
Dureza del mesocarpio	-0.0011	-0.14	0.54
Color del chilillo	-0.04	-0.34	0.74
Color del fruto verde	-0.02	-0.34	0.73
Color del mucílago	-0.020	0.50	0.04

En contraste las accesiones que se encuentran distribuidas en el cuadrante superior izquierdo como DAN228 y DAN134 presentan mayor número de semillas y pigmentación del mucílago y ICS6, F14, F20, F28, DAN4, DAN511, F9, DAN15, DAN386, DAN242, F42, IMC67 que se encuentran en el cuadrante superior derecho presentan un mayor peso total de semillas por fruto, peso y diámetro de mazorca y proporción de pericarpio.

La caracterización morfológica permite la identificación y reconocimiento de morfotipos de cacao (Johnson *et al.*, 2007), los que por sus características morfológicas aunadas a otras como la resistencia a enfermedades y las agronómicas como el índice de mazorca podrán ser empleados en los programas de mejoramiento del cultivo. En la variación presente en los bancos de germoplasma estudiados sobresale la característica peso total de semillas por mazorca, la cual podría ser incluida en los procesos de selección en el Estado. Sin embargo a menudo las características morfológicas cuantitativas están bajo control poligénico y son altamente afectados por el ambiente. Por lo que antes de su utilización en el mejoramiento de cacao, la estabilidad de las características morfológicas cuantitativas deberá ser estudiada para generar datos reproducibles en diferentes condiciones ecológicas, además de incluir características agronómicas como número de mazorcas por árbol, resistencia a enfermedades y las de calidad de cacao.

## CONCLUSIONES

La descripción morfológica realizada en el presente trabajo permitió establecer parámetros que representan a las accesiones de cacao de los bancos de germoplasma del CEHUI-INIFAP y Ex finca El Danubio, y seleccionar características que los diferencian, entre las cuales se destacan el peso y diámetro de la mazorca, el espesor del caballete, la profundidad de los surcos, el peso total de semillas de la mazorca y la proporción de pericarpio. Además este estudio manifiesta una parte de la riqueza fenotípica con que cuenta el banco de germoplasma del INIFAP-CEHUI y la ex finca El Danubio, para uso futuro en la mejora de cacao.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al CONACYT y CP-Campus Tabasco por el apoyo y facilidades para la realización de la presente investigación, al INIFAP-CEHUI y a la ex finca El Danubio por permitir la colecta de frutos para el estudio, y al personal de apoyo en campo Luz del Carmen Calderón, Jesús Francisco Ramírez y Celedonio Hernández.

#### LITERATURA CITADA

- Alverson WS, Whitlock BA, Nyfeller R, Bayer C y Baum DA. 1999. Phylogeny of the core Malvales: Evidence from ndhF sequence data. *Am. J. Bot.* 86:1474 - 1486
- Argout X, Salse J, Aury J-M, Gaultier MJ, Droc G, Gouzy J, Allegre M, Chaparro C, Legavre T, Maximova SN, Abrouk M, Murat F, Fouet O, Poulain J, Ruiz M, Roguet Y, Rodier-Goud M, Barbosa-Neto JF, Sabot F, Kudrna D, Ammiraju JSS, Schuster SC, Carlson JE, Sallet E, Schiex T, Dievart A, Kramer M, Gelley L, Shi Z, Berard A, Viot C, Boccara M, Risterucci AM, Guignon V, Sabau X, Axtell MJ, Ma Z, Zhang Y, Brown S, Bourge M, Golser W, Song X, Clement D, Rivallan R, Tahiri M, Akaza JM, Pitollat B, Gramacho K, D'Hont A, Brunel D, Infante D, Kebe I, Costet P, Wing R, McCombie WR, Guiderdoni E, Quetier F, Panaud O, Wincker P, Bocs S, y Lanaud C. 2011. The genome of *Theobroma cacao*. *Nat Genet* 43:101-108.
- Chacón de Ramírez I, Ramis C, y Gómez C. 2011. Descripción morfológica de frutos y semillas del cacao Criollo Porcelana (*Theobroma cacao* L.) en el Sur del Lago de Maracaibo. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 28 (1): 1-13
- Díaz del CB. 2006. Historia verdadera de la conquista de la Nueva España. Editores Mexicanos unidos, S. A. 773p.
- Efombagn MIB, Sounigo O, Nyassé S, Manzaneres-Dauleux M, y Eskes AB. 2009. Phenotypic variation of cacao (*Theobroma cacao* L.) on farms and in the gene bank in Cameroon. *J. Plant Breed. Crop Sci.* 1(6): 258-264.
- Engels MJM, Bartley DBG y Enriquez GA. 1980. Cacao descriptors, their states and modus operandi. *Turrialba* 30(2):209-218.
- Gómez-Pompa A, y Kaus, A. 1990. Traditional management of tropical forests in Mexico. In: Anderson AB (Ed) Alternatives to deforestation: steps toward sustainable use of the Amazon rain forest. Columbia University Press, New York, pp 45-64.
- ICCO. 2013. Production of cocoa beans. *Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics* 39:3.
- INAH. 2012. Descubren cacao de hace 2,500 años en Yucatán. En línea: <http://www.inah.gob.mx/index.php/boletines/16-antropologia/6048-descubren-cacao-de-hace-2500-anos-en-yucatan>. Consultado el 14/08/2012.
- Johnson S E, Mora A, y Schnell R. 2007. Field Guide efficacy in the identification of reallocated clonally propagated accessions of cacao (*Theobroma cacao* L.). *Genet Resour Crop Evol* 54:1301-1313.
- López APA, Hernández HC y Ramírez GMA. 2013. Caracterización de las variedades de cacao en Tabasco. INIFAP. Folleto técnico número 74. 25p.
- López BO. 1995. Características del fruto del germoplasma de cacao, *Theobroma cacao* L. seleccionados en Rosario Izapa, Chiapas. *Agric. Téc. Méx.* 21(2):127-137.
- López A, PA, Delgado NVH, y Azpeitia MA. 1996. El cacao *Theobroma cacao* L. en Tabasco. Libro técnico 1, INIFAP. 270 p.
- Motamayor JC, Lachenaud P, Wallace J, Looor G, Kuhn DN, Brown JS, y Schnell RJ. 2008. Geographic and genetic population differentiation of the Amazonian chocolate tree. *PLoS One* 3: e3311. doi:10.1007/s12042-008-9011-4.
- Powis T, Hurst WJ, Rodriguez MC, Ortiz P, Black M, Cheatham D, Coe MD, y Hogson JG. 2007. Oldest chocolate in the New World. *Antiquity* (81)314. En línea: <http://www.antiquity.ac.uk/projgall/powis/index.html>. Consultado el 14/08/2012.
- Powis TG, Cypher A, Gaikwad NW, Grivetti L, y Cheong K. 2011. Cacao use and the San Lorenzo Olmec. *PNAS* (108)21:8595-8600. [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1100620108](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1100620108).





- Phillips MW, Coutiño A, Ortiz GF, López AP, Hernández J. y Aime MC. 2006. First report of *Moniliophthora roreri* causing frosty pod rot (moniliasis disease) of cocoa in México. *Plant Pathology* 55:584.
- Phillips-Mora W, Arciniegas LA, Mata QA y Motamayor AJC. 2012. Catálogo de clones de cacao seleccionados por el CATIE para siembras comerciales. Manual técnico 105 CATIE. Turrialba, Costa Rica. 68 p.
- SAS Institute. (2010). User`s Guide: Statistics, version 9.3. SAS Inst. Inc. Cary, N.C. USA.
- SIAP. 2014a. [www.siap.gob.mx/atlas2013/index.html](http://www.siap.gob.mx/atlas2013/index.html). Consultado el 07/01/2014
- SIAP. 2014b. [www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/](http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/). Consultado el 07/01/2014.
- Thomas E, van Zonneveld M, Loo J, Hodgkin T, Galluzzi G, y van Etten J. 2012. Present spatial diversity patterns of *Theobroma cacao* L. in the Neotropics reflect genetic differentiation in pleistocene refugia followed by human-influenced dispersal. *PLoS ONE* 7(10): e47676. doi:10.1371/journal.pone.0047676.
- Whitkus R, de la Cruz M, Mota BL, y Gómez PA. 1998. Genetic diversity and relationships of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in southern México. *Theor. Appl. Genetic.* 96:621-627.



## CRECIMIENTO E INCREMENTO A PARTIR DEL TIEMPO DE PASO PARA CAOBA (*Swietenia macrophylla* KING) EN EL EJIDO NOH BEC, QUINTANA ROO

García C. X<sup>1\*</sup>, Rodríguez S. B.<sup>1</sup>, Tadeo N. E<sup>2</sup> y Hernández R. J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Investigador. Campo Experimental Chetumal (INIFAP). Km 25 Carretera Chetumal-Bacalar. <sup>2</sup> Prestador de Servicios Técnicos Forestales  
[garcia.xavier@inifap.gob.mx](mailto:garcia.xavier@inifap.gob.mx)

T-8

### RESUMEN

Conocer el crecimiento e incremento en las especies es esencial en la planeación y administración de estos recursos. Con la finalidad de determinar el “tiempo de paso” por categorías diamétricas y modelar el crecimiento e incremento en rodales naturales de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en el ejido Noh Bec; Quintana Roo, México, se realizaron cinco tomas de datos de 409 árboles de Caoba en un lapso de 15 años (1990, 1991, 1992, 2001 y 2005), donde se midió el diámetro normal (d1.3) con una aproximación al milímetro en todos los árboles a partir de la categoría diamétrica de 10 cm (>7.5 cm). Se estimó el incremento corriente anual en cada individuo en periodos subsecuentes. Posteriormente se ordenan los datos por categoría diamétrica y se estimó el incremento corriente anual promedio (ICA) para cada categoría. Una vez estimado el ICA por categoría diamétrica, se estima el tiempo de paso para cada una de las categorías diamétricas encontradas. A partir de los incrementos determinados para cada 5 cm y del tiempo requerido para pasar de una categoría diamétrica a otra, es posible hacer una reconstrucción del crecimiento e incremento de la especie en estudio, estimando el crecimiento acumulado entre dos categorías, así como el tiempo acumulado para pasar de una categoría a otra. De esta forma se obtiene el crecimiento a edades determinadas. Para el análisis de datos y generar la ecuación, se utilizaron técnicas de regresión no lineal mediante el Método de Mínimos Cuadrados, utilizando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) y el PROC NLIN Y METHOD=DUD. Para Caoba, el tiempo de paso promedio fue de 6.7 años y con el modelo de Schumacher se puede predecir crecimiento e incremento en diámetro normal en función de la edad ( $CME=168.2$ ,  $R^2=0.91$ ). El incremento ICA para caobas en bosques naturales alcanza su máximo a la edad de 25.8 años y la edad a la cual sucede el máximo  $IMA=ICA$  ocurre a los 51.5 años, cuando los árboles alcanzan un diámetro de 43.33 cm. El diámetro de 55 cm lo alcanzan a los 67.7-68 años. Estos resultados serán fundamentales en la planeación y ejecución de las labores silvícolas propuestas en los Programas de Manejo Forestal para esta especie en la zona de estudio.

**Palabras clave:** Diámetro normal, Crecimiento, Ecuaciones, Turno.

### INTRODUCCIÓN

En los bosques tropicales de América, una de las especies más importantes desde el punto de vista económico, ha sido la caoba (*Swietenia macrophylla* King). En Quintana Roo, la caoba es considerada la “especie guía” para la implementación de los Programas de Manejo Forestal. A partir de 1983, al final de la concesión de la empresa Maderas Industrializadas de Quintana Roo (MIQRO), que tuvo la concesión de los bosques del estado, los Programas de Manejo Forestal se han basado en estimaciones aproximadas del incremento corriente anual para el diámetro normal para la Caoba, a partir de los cuales se definió un Turno de 75 años, Ciclo de Corta de 25 años y Diámetros Mínimo de Corta de 55 cm para la especie guía (Caoba). En algunos ejidos, el primer ciclo de corta se cumplió en 2008, siendo este el tiempo en que deberían hacer una evaluación para determinar si hay que hacer ajustes a los ciclos de rotación y las posibilidades de corte de las especies comerciales.



Los estudios sobre el crecimiento de la caoba en bosques naturales, no pasan de ser simples estimaciones del incremento corriente anual en diámetro, que si bien son información importante, no son información suficiente para hacer los ajustes a los Programas de Manejo Forestal.

Ante la dificultad para determinar la edad de los árboles, es difícil elaborar ecuaciones de crecimiento e incremento que indiquen los ritmos de crecimiento a edades deseadas, por lo cual toma suma importancia el uso de la información existente para la determinación del “Tiempo de Paso”.

Se define “Tiempo de paso” como el número de años requerido para que el “diámetro normal” de un árbol de una masa determinada aumente en la amplitud de una categoría diamétrica. Expresado de otra manera, como el número de años medio que los árboles de una masa determinada tardan en pasar de una categoría diamétrica a la siguiente (Klepac, 1976).

“Tiempo de paso” o “módulo de rotación” es un parámetro que se estima en las masas forestales irregulares y que es útil para determinar el número de años que deben de pasar entre dos cortas o “ciclo de corta”, cuando se utiliza el método de ordenación que se denomina “Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares” (Klepac, 1976).

Este parámetro (Tiempo de paso) se determina analizando el tiempo que el crecimiento promedio en diámetro de un grupo o categoría aumenta la amplitud de una “clase diamétrica” (Klepac, 1976).

Se debe distinguir el tiempo de paso individual que se obtiene del análisis de una muestra o un árbol, y el valor promedio de los tiempos de paso individuales, a cual se le llama “tiempo de paso promedio” Cuando se determinan los incrementos, se usa el tiempo de paso promedio (Klepac, 1976).

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es determinar el “tiempo de paso” por categorías diamétricas y modelar el crecimiento e incremento en rodales naturales de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en el ejido Noh Bec; Quintana Roo.

## METODOLOGÍA

### Área de estudio

El área se ubica en el ejido Noh Bec, Quintana Roo, en el paraje conocido como “El Pozo Comenzado”, donde en 1990 se establecieron bandas dendrométricas a 409 árboles de caoba.

### Datos

Se realizó el levantamiento de cinco tomas de datos de 409 árboles tomados en un lapso de 15 años en el sitio (1990, 1991, 1992, 2001 y 2005), donde se midió el diámetro normal ( $d_{1.3}$ ) con una aproximación al milímetro en todos los árboles a partir de la categoría diamétrica de 10 cm (>7.5 cm).

### Incremento por árbol

Conociendo el periodo entre mediciones subsecuentes, así como los diámetros registrados en dos momentos de la vida del árbol se procede a estimar el incremento corriente anual en cada individuo con la siguiente fórmula:

$$\Delta dn = dnt_2 - dnt_1$$
$$ICA_{dn} = \frac{dnt_2 - dnt_1}{t_2 - t_1}$$

Donde:

$\Delta dn$  = Incremento en diámetro normal (cm).

$dnt_2$  = Diámetro normal en el tiempo 2.

$dnt_1$  = Diámetro normal en el tiempo 1.

ICA = Incremento corriente anual ( $\text{cm año}^{-1}$ ).

$t_2$  = Periodo de medición en el tiempo 2 (años).

$t_1$  = Periodo de medición en el tiempo 1 (años).

#### Incremento corriente anual

Posteriormente se ordenan los datos por categoría diamétrica y se estima el incremento corriente anual promedio para cada categoría utilizando la siguiente expresión:

$$ICA_{pcd} = \frac{\sum_{i=1}^n dncd_{it_2} - \sum_{j=1}^m dncd_{jt_1}}{t_2 - t_1}$$

Donde:

$ICA_{pcd}$  = Incremento corriente anual promedio por categoría diamétrica ( $\text{cm año}^{-1}$ ).

$dnc_{it_2}$  = Diámetro normal de la  $i$ -ésima categoría diamétrica (cm) en el tiempo 2.

$dnc_{jt_1}$  = Diámetro normal de la  $j$ -ésima categoría diamétrica (cm) en el tiempo 1.

#### Tiempo de paso

Una vez estimado el incremento corriente anual para cada categoría diamétrica se estima el tiempo de paso para cada una de las categorías diamétricas encontradas, para lo cual se utiliza la expresión siguiente.

$$TP_{cdi} = \frac{2.5}{ICA_{pcdi}}$$

Donde:

#### Crecimiento y edad acumulados

A partir de los incrementos determinados para cada 5 cm y del tiempo requerido para pasar de una categoría diamétrica a otra, es posible hacer una reconstrucción del crecimiento e incremento de la especie en estudio, estimando el crecimiento acumulado entre dos categorías, así como el tiempo acumulado para pasar de una categoría a otra. De esta forma se obtiene el crecimiento a edades determinadas.

#### Crecimiento e incremento estimados

A la base de datos generada de edades y crecimientos acumulados por categoría diamétrica, se le ajustó el modelo de Schumacher para predecir el diámetro normal y sus incrementos a cualquier edad deseada. El modelo es el siguiente:

$$dn = \beta_0 e^{\beta_1 E^{-1}}$$

Donde:

$e$  = Base de los logaritmos neperianos.

$E$  = Edad (años).

## RESULTADOS

### Datos observados

En la Figura 1a se observa la tendencia del crecimiento en los diferentes periodos de medición. Para el año de 2005, se habían eliminado todos los árboles superiores en un aprovechamiento previo. En la Figura 1b se observan los incrementos promedio por categoría diamétrica para diferentes categorías diamétricas. La tendencia de las diferentes edades indica un incremento inicial, una culminación del incremento y su posterior declinación. Lo anterior es lógico, ya que es la forma normal en la cual se presenta el incremento en los árboles forestales.

Como se puede observar, el crecimiento sigue una tendencia sigmoidea y el incremento lento al inicio, mayor velocidad del incremento a ciertas edades y posteriormente su declinación.

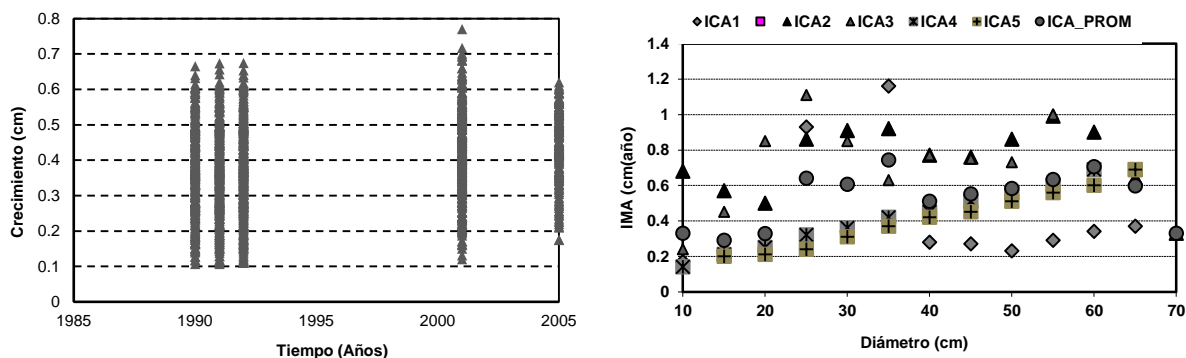


Figura 1. Tendencia promedio del crecimiento e incremento en las diferentes etapas de crecimiento de árboles de caoba en el Ejido Noh Bec. Quintana Roo.

### Incremento observado

En el Cuadro 1y Figura 2 se observa el incremento corriente anual para cada categoría diamétrica y en la Figura 1 se observa la tendencia del mismo la cual indica un incremento lento hasta los diámetros de 10 a 20 cm posteriormente la tendencia del incremento es mayor hasta la categoría de 60 cm y a partir de allí se observa un decremento en la velocidad del crecimiento.

Cuadro 1. Incrementos, tiempo, edad y crecimiento acumulado por categoría diamétrica para Caoba en el Ejido Noh Bec. Quintana Roo.

CD (cm)	ICA (cm año <sup>-1</sup> )	TIEMPO PASO (años)	EDAD ACUMULADA (años)	CRECIMIENTO ACUMULADO (cm)
10	0.33	9.3	9.3	13.07
15	0.31	9.9	19.2	18.07
20	0.36	9.2	28.4	23.31
25	0.74	6.9	35.3	30.11
30	0.68	5.6	41.0	33.81
35	0.84	5.8	46.7	39.87
40	0.53	7.0	53.7	43.71
45	0.58	6.1	59.8	48.54
50	0.60	5.8	65.6	53.48
55	0.65	4.6	70.2	57.99
60	0.73	4.1	74.3	62.99
65	0.57	4.7	79.0	67.68
70	0.33	7.5	86.5	72.48

Donde: CD = Categoría diamétrica (cm), ICA = Incremento corriente anual (cm año), También se observa que alrededor de las categorías de 40 cm sucede un decremento lo cual se puede deber a algún fenómeno que haya sucedido en el lugar y que afectó fuertemente al rodal o a errores humanos a la hora de la toma de datos. En general para la caoba se estima un incremento promedio de 0.56 cm año<sup>-1</sup>.

### Tiempo de paso

Para el tiempo de paso en el Cuadro 1 y Figura 2 se observa la tendencia del tiempo de paso, el cual indica que en categoría pequeñas se necesita más tiempo para pasar de una categoría diamétrica a otra, lo cual se mantiene hasta alrededor de la categoría de 25 cm después el incremento se acelera y disminuye el tiempo de paso hasta la categoría de 65 cm cuando se observa una disminución de la velocidad crecimiento y por consecuencia aumento del tiempo de paso. En promedio el tiempo requerido para incrementar 5 cm de diámetro normal de 6.7 años.

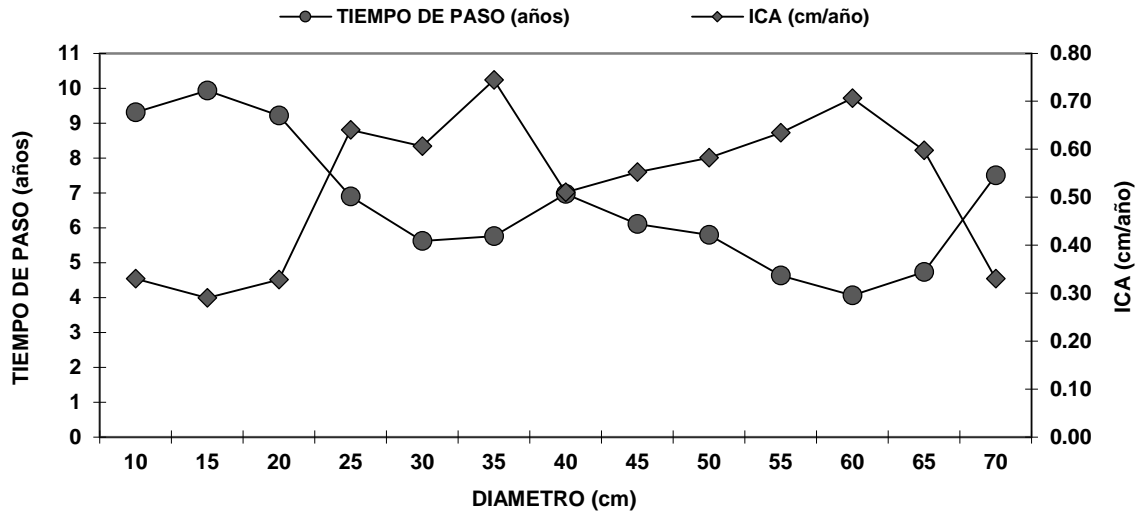


Figura 2. Tiempo de paso e incrementos y por categoría diamétrica para Caoba en el Ejido Noh Bec. Quintana Roo.

### Crecimiento y edad acumulados

A partir de los incrementos determinados para cada 5 cm y del tiempo requerido para pasar de una categoría diamétrica a otra, es posible hacer una reconstrucción del crecimiento e incremento de la especie en estudio, estimando el crecimiento acumulado entre dos categorías, así como el tiempo acumulado para pasar de una categoría a otra. De esta forma se obtiene el crecimiento a edades determinadas (Cuadro 1).

De acuerdo al Cuadro 1 para alcanzar la categoría de 10 cm, la especie necesita de un periodo de tiempo de 9.3 años y necesita 70.2 años para llegar a la categoría cortable de 55 cm (Cuadro 1).

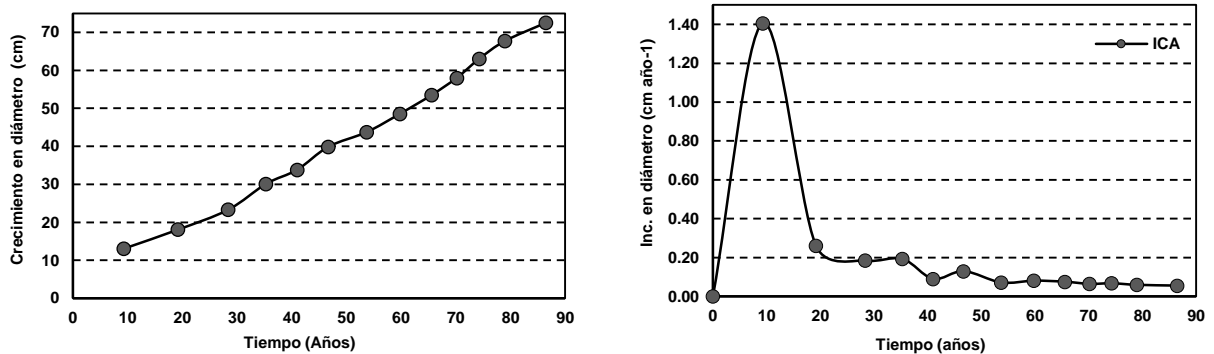


Figura3. Crecimiento e incremento acumulados para Caoba en el Ejido Noh Bec. Quintana Roo.

### Crecimiento e incremento estimados

A la base de datos de edades y crecimientos acumulados por categoría diamétrica, se le ajustó la ecuación no lineal de Schumacher en función de la edad, de tal forma de estimar las tasas de crecimiento e incremento para el diámetro normal. La ecuación obtenida es:

$$DN(cm) = 117.8e^{-51.5384E^{-1}}$$

Lo cual indica que a una edad infinita, los árboles de caoba alcanzan un máximo de 117.8 cm de diámetro normal.

Donde:

DN = Diámetro normal (cm).

E = Edad (años).

Con estas ecuaciones, es posible estimar el incremento y el crecimiento ajustados para cada categoría diamétrica y edades, tal como se observa en la Figura 4.

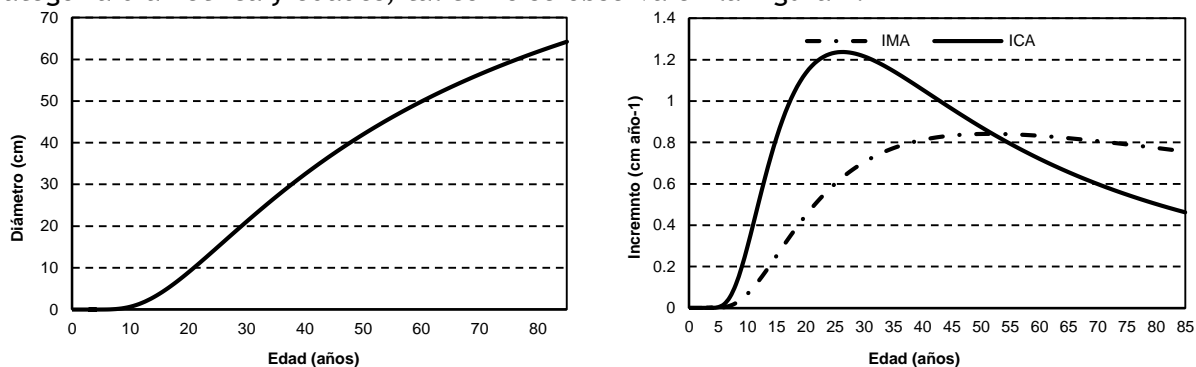


Figura 4. Crecimiento e incremento estimados para Caoba en el Ejido Noh Bec. Quintana Roo.

Aquí, se observa que el incremento corriente anual para caobas en bosques naturales alcanza su máximo a la edad de 25.8 años y la edad a la cual sucede el máximo IMA=ICA ocurre a los 51.5 años, cuando los árboles alcanzan un diámetro de 43.33 cm. El diámetro de 55 cm lo alcanzan a los 67.7≈68 años.

## CONCLUSIONES

Aun cuando las clases diamétricas son iguales, los “tiempos de paso” de los árboles por las mismas son diferentes y estas diferencias dependen de la velocidad de crecimiento en cada una de las clases analizadas.

El tiempo de paso, es un indicador del crecimiento puntual de la especie y a la vez, una herramienta para reconstruir el crecimiento.

Con mediciones del crecimiento periódico, fue posible reconstruir el crecimiento e incremento diamétrico de la caoba en Quintana Roo.

De acuerdo a los resultados obtenidos, para esta zona, el turno para la especie es menor que los 75 años que son usados a la fecha.

## LITERATURA CITADA

- Del Valle A. J.I. 1997. Crecimiento de cuatro especies de los humedales forestales del litoral pacífico colombiano. *Rev. Acad. Colomb. Ciencv.* 21(81)445-466.
- Klepac. D. 1976. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. Universidad Autónoma Chapingo. 2<sup>a</sup>. Ed. 1983. Chapingo; México. 365 p.
- Luna, A. 1994. Estudio sobre el crecimiento y edad de 20 especies forestales comerciales de los bosques naturales venezolanos. Instituto Forestal Latinoamericano, Venezuela, 127 p.
- Meza. V.; F. Mora.; E. Chávez., y W. Fonseca. 2009. Crecimiento y edad del bosque natural con y sin manejo en el Trópico húmedo de Costa Rica. Instituto de Investigación y Servicios Forestales. Universidad Nacional.
- Meza. V.; F.Mora. 2003. Dinámica y crecimiento diamétrico del bosque seco tropical no manejado. Parque Nacional Guanacaste. Costa Rica. XII Congreso Forestal Mundial. Quebec. Canadá.
- Mora, F.; E. Aguedas, y J. Gutiérrez. 1992. La determinación de edad y las tasas de crecimiento en un Bosque Muy Húmedo Tropical. Segundo Congreso Forestal Nacional, 25, 26 y 27 de noviembre, Costa Rica.
- Mora, F. y V.H. Meza. 2002. Tasas de incremento diamétrico y determinación de la edad en un Bosque Muy Húmedo Tropical, Puntarenas, Costa Rica. Segundo Congreso Forestal Latinoamericano, 31, 1 y 2 de agosto, Guatemala.



## ECUACIONES PARA ESTIMAR EL DIÁMETRO NORMAL EN FUNCIÓN DEL DIÁMETRO DEL TOCÓN PARA *PINUS MONTEZUMAE* LAMB. EN NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO, MICHOACÁN

\*<sup>1</sup>Hernández R. J., <sup>2</sup>García E. G.G., <sup>3</sup>García M. J.J., <sup>1</sup>García C. X., <sup>4</sup>Hernández R. A. y <sup>3</sup>Balmaceda V. I.

<sup>1</sup>Investigador del C.E. Chetumal-INIFAP, Carretera Chetumal-Bacalar Km 25, <sup>2</sup>Estudiante de Maestría FCF-UANL, Domicilio Conocido Linares, N.L., <sup>3</sup>Facultad de Agrobiología Presidente Juárez-UMSNH, Paseo de la Revolución No.1 Uruapan, Michoacán, <sup>4</sup>Estudiante de Maestría-COLPOS, Montecillo, México.

T-9

### RESUMEN

Después de realizar las cortas en las masas forestales, la estimación del diámetro normal ( $D$ ) en función de las dimensiones del tocón es importante para la caracterización de la masa original. Esta estimación se fundamenta en una relación alométrica lineal entre el diámetro del tocón y el diámetro normal a 1.3 m. El objetivo fue proponer un modelo matemático que estime de manera confiable el diámetro normal ( $D_n$ ) en función del diámetro del tocón ( $D_t$ ). Con 248 pares de datos de *Pinus montezumae* provenientes de las masas forestales de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, se ajustaron 7 de los modelos más utilizados en la literatura. Labondad de ajuste de cada uno de ellos se verificó con los valores del Cuadrado Medio del Error (CME), Pseudo Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ), Sesgo (E), la Raíz del Error Medio Cuadrático (REMC) y el Coeficiente de Determinación Ajustado ( $R^2_{ajus}$ ). Con estos criterios, el modelo que estimó de mejor manera el diámetro normal a partir del diámetro de tocón fue:  $d_n = b_0 + b_1(d_t)^{b_2}$ . La inclusión de la altura del tocón mejoró la precisión del modelo y es consistente para predecir diámetros de distintos tamaños. En la región se cuenta con ecuaciones de volumen total y se recomienda utilizar el modelo para predecir el diámetro normal y después aplicar una tarifa de cubicación local para estimar el volumen del tronco.

**Palabras clave:** *Tocón, Diámetro normal, Ecuaciones, Pinus montezumae.*

### INTRODUCCIÓN

La cuantificación de los recursos forestales en los bosques es fundamental para la valoración económica en función de la producción de volumen maderable. El cálculo del volumen mediante ecuaciones es una práctica comúnmente utilizada en la biometría forestal (Robinson y Wood, 1994) para la toma de decisiones y la elaboración de programas de manejo forestal maderable (PMFM). El diámetro normal ( $d_n$ ) es una variable indispensable en la estimación del volumen por árbol o en la simulación de la estructura de la masa en el bosque (McClure, 1968), además es una variable muy útil en la estimación de la biomasa e incluso en la cantidad de carbono capturado por individuo o población.

Sin embargo, después de un aprovechamiento forestal legal o clandestino, la única variable que podría indicarnos la estructura, el diámetro promedio o incluso el volumen de la masa original, son las dimensiones de los tocones residuales (McClure, 1968; López *et al.*, 2001; Pompa *et al.*, 2011). Por ello, los modelos alométricos que representan la relación  $d_n$  y diámetro de tocón ( $d_t$ ) son fundamentales en las auditorías forestales.

El cálculo del  $d_n$  a través del  $d_t$ , se ha realizado con una ecuación que representa la relación alométrica entre estos y es construido mediante una función lineal (Jenkins *et al.*, 2004; Diéguez *et al.* 2003), pero en muchos trabajos con un enfoque ecologista no se ha considerado la altura



del tocón ( $h_t$ ) por considerarlo una variable constante a los 0.3 m (Jenkins *et al.*, 2004), siendo que en la práctica esto muchas veces no sucede.

Por la importancia que tiene conocer el  $d_n$  en las auditorías de inspección de los aprovechamientos forestales, para la valoración y cuantificación del impacto por aprovechamientos clandestinos, además de la escasez de este tipo de información en México, el objetivo fue, determinar el modelo matemático que mejor estime el diámetro normal ( $d_n$ ) en función del diámetro del tocón para *Pinus montezumae* Lamb. En la Comunidad Indígena de San Juan Nuevo Parangaricutiro, Michoacán.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Descripción del área de estudio.** Los suelos son Andosoles húmicos, Andosoles ócricos, Regosoles dísticos y Feozems háplicos. El clima es templado húmedo y corresponde a los tipos C (w2) (b) y C (w2)(w) con lluvias en verano y lluvia invernal menor del 5% del total anual, ocurren heladas entre 20-40 días por año (García, 1988). La temperatura media anual es de 18°C y oscila entre -3 y 18 °C. El promedio anual de precipitación es de 1,600 mm, concentrada entre junio y octubre. La vegetación predominante son los bosques de pino, encino, abeto y sus respectivas asociaciones. En el componente arbóreo destacan *Pinus michoacana*, *P. montezumae*, *P. douglasiana*, *P. leiophylla*, *P. pseudostrobus*, *Quercus laurina*, *Q. castanea*, *Q. rugosa* y *Abies religiosa*.

**Muestreo y toma de datos.** Los árboles elegidos para el muestreo contaron con las siguientes características: ser representativos de la especie, estar completamente sanos, completos, con un solo fuste y lo más recto posible, no aislados ni a las orillas del rodal. Se realizó un muestreo preliminar de la masa para conocer el rango de las categorías diamétricas existentes y se encontraron de la categoría de 15 hasta 70 cm. Loetsch *et al.* (1973) aconsejan emplear entre 50 y 100 árboles para obtener una ecuación y en la literatura internacional se sugiere utilizar entre 23 y 229 árboles (Ramos, 2012). Se seleccionaron árboles de cada categoría diamétrica, mismos que se denominaron “árboles tipo” que se midieron con alta precisión, se incluyeron 248 árboles en pie de *Pinus montezumae* Lamb.

La toma de datos se realizó con instrumentos de medición apropiados, la forcípula y la cinta diamétrica, se utilizaron para medir el diámetro del tocón ( $d_t$ ) a la altura del tocón ( $h_t$ ) la cual se midió a 0.30 m y el diámetro normal ( $d_n$ ), medido a 1.30 m a la altura del pecho.

**Modelos utilizados.** Se probaron siete modelos, tres no lineales y cuatro lineales, mismos que fueron desarrollados y propuestos por Pompa *et al.* (2011) y Quiñonez *et al.* (2012), con excepción de los modelos M5 y M6 que fueron modificados para un mejor ajuste de los datos en este trabajo (Cuadro 1).

**Análisis de información.** Para el ajuste se usó el procedimiento PROC NLIN y METHOD=DUD (Statistical Analysis System, 1992). La elección de los mejores modelos se hizo en base a los criterios de bondad de ajuste como es el Cuadrado Medio del Error (CME), Pseudo Coeficiente de determinación ( $R^2$ ), distribución gráfica de residuales y Raíz del Cuadrado Medio del Error (RCME).

Para verificar el cumplimiento de los supuestos de la regresión, se usó la prueba de Shapiro - Wilk (Statistical Analysis System, 1992). Por otra parte, se graficaron las frecuencias relativas y acumuladas de los residuales se asemejan a una línea recta respecto de la probabilidad de la distribución normal y sus porcentajes también se asemejan a una campana de Gauss (Statistical Analysis System, 1992).



Cuadro 1. Modelos predictivos del diámetro normal ( $d_n$ ) en función del diámetro del tocón.

Número	Modelo
M1	$d_t = b_0 + b_1(b_1 d_t)$
M2	$d_n = b_0 + b_1(d_t)$
M3	$d_n = b_0 + b_1(b_1 d_t) + b_2(d_t)^2$
M4	$d_n = b_0 + b_1(d_t)^2$
M5	$d_n = b_0 + b_1(d_t)^{b_2}$
M6	$d_n = b_0 + b_1(b_1 d_t) + b_2(d_t)^{b_3}$
M7	$d_n = b_0 d_t \left( \frac{1.3}{h_t} \right)^{b_1}$

$b$ 's = Parámetros del modelo. Modelos 5 y 6 modificados por Jonathan Hernández Ramos.

Sin embargo, no siempre la ecuación que mejor se ajustó a la muestra, estima de manera más precisa la variable respuesta, por lo cual el análisis de regresión no determina el mejor ajuste de la muestra, sino que desarrolla el modelo que describa con mayor certidumbre a la población en conjunto. Por lo cual es necesario calcular el error o residuo para evaluar el valor teórico de la regresión (Hair *et al.*, 1999).

El análisis de los residuos permite calcular los estadísticos más comunes. En este contexto, la capacidad de ajuste se analizó a partir de los residuos y de tres estadísticos que son el Sesgo ( $\bar{E}$ ), la Raíz del Error Medio Cuadrático ( $REMC$ ) y el  $R^2_{ajus}$  que se refiere al porcentaje que es explicada la variable de respuesta y que tienen en cuenta el número total de los parámetros estimados (Barrio *et al.*, 2004, Trincado y Leal, 2006).

Sesgo: 
$$\bar{E} = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i) / n$$

Raíz de error medio cuadrático: 
$$REMC = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}}$$

Coefficiente de determinación ajustado: 
$$R^2_{ajus} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2} \frac{n-1}{n-p}$$

Donde  $y_i$ ,  $\hat{y}_i$  y  $\bar{y}_i$ , son los valores observados, predicho y promedio respectivamente;  $n$  el número total de datos usados en el ajuste del modelo;  $p$  el número de parámetros a estimar. Un modelo será mejor que otro si presenta un menor valor de  $\bar{E}$  y  $REMC$ , y un mayor valor del  $R^2_{ajus}$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dispersión de datos observados. Con un total de 248 pares de datos de  $d_n$  y  $d_t$ , se graficó la dispersión de datos observados. Como se puede observar en la Figura 1, los datos presentan una tendencia lineal, en donde se representan todas las clases diamétricas para árboles individuales de *P. montezumae*.

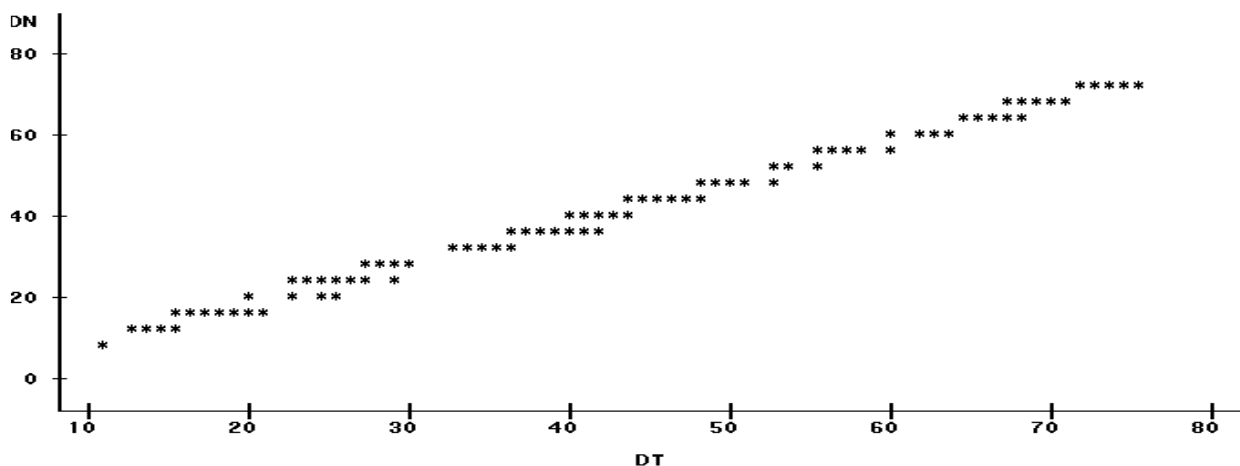


Figura 1. Dispersión de datos observados para diámetro del tocón-diámetro normal de *P. montezumae* en la Comunidad Indígena de San Juan Nuevo Parangaricutiro, Michoacán.

Análisis de varianza. En el Cuadro 2 se muestran la estimación de los parámetros los siete modelos analizados, así como sus indicadores de bondad de ajuste. De los modelos probados, con el que mejores resultados se obtienen es con el modelo 5 que nos permiten predecir el diámetro normal en función del diámetro del tocón.

Cuadro 2. Valores de los parámetros estimados y criterios de bondad de ajuste para los modelos analizados.

MODELO	PARAMETROS	ESTIMADOR	CME	VALOR F	PROB > F	R <sup>2</sup>
Modelo 1	B <sub>0</sub>	-2.3388	0.6793	115243	0.0001	0.997
	B <sub>1</sub>	1.0008				
Modelo 2	B <sub>0</sub>	12.9082	0.6793	115243	0.0001	0.997
	B <sub>1</sub>	-2.3388				
Modelo 3	B <sub>0</sub>	-1.7731	0.6706	58370.1	0.0001	0.997
	B <sub>1</sub>	0.9707				
	B <sub>2</sub>	0.0188				
Modelo 4	B <sub>0</sub>	16.8914	11.5481	6548.57	0.0001	0.963
	B <sub>1</sub>	0,0110				
Modelo 5 *	B <sub>0</sub>	-1.2320	0.6686	58545.1	0.0001	0.997
	B <sub>1</sub>	0.9325				
	B <sub>2</sub>	1.0305				
Modelo 6	B <sub>0</sub>	-1.2063	0.6686	58548.8	0.0001	0.997
	B <sub>1</sub>	-2.4640				
	B <sub>2</sub>	3.2897				
Modelo 7	B <sub>0</sub>	2.8006	0.6831	363233	0.0001	0.999
	B <sub>1</sub>	1.0638				

\* Modelo de mejor ajuste.

Con base en el nivel de significancia de los modelos ( $\alpha = <0,0001$ ), se concluye que estos son válidos para predecir el diámetro normal en función del diámetro del tocón. Para el ajuste de las regresiones se utilizó el Método de Mínimos Cuadrados y en consecuencia, cuando se minimiza el Cuadrado Medio del Error (Modelo 5: CME=0.688) y se detectan valores bajos, estos explican con mayor precisión los datos observados (Cuadro 2).

Otro criterio trascendente para comprobar la bondad de ajuste de los modelos es el valor del coeficiente de determinación ( $R^2$ ). En este caso los valores obtenidos son para el Modelo 5:  $R^2=0,997$ , lo cual se considera alto y con un 99.70 % se refiere al porcentaje que es explicada la variable de respuesta (Cuadro 1).

El análisis gráfico de los residuales (Figura 2) nos presenta tendencias sistemáticas que indiquen homogeneidad o heterogeneidad de varianzas (homocedasticidad u heterocedasticidad). A partir de estos resultados, se deduce que el diámetro normal de los árboles, se puede estimar a partir del diámetro del tocón, ya que los residuales presentan una distribución deseable.

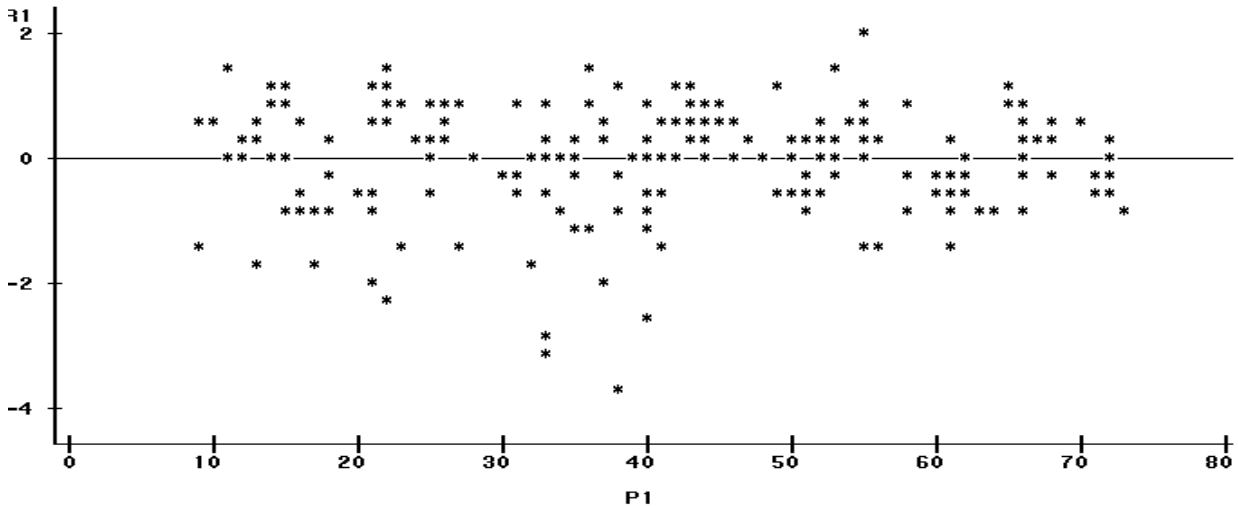


Figura 2. Dispersión de residuales de los modelos 5 para predecir el diámetro normal en función del diámetro del tocón para *P. montezumae* en la Comunidad Indígena de San Juan Nuevo Parangaricutiro, Michoacán.

En la verificación de los supuestos de la regresión, se puede decir que hay normalidad de los errores en el modelo 5, ya que la prueba de Shapiro - Wilk ( $W: Normal = 0.943661$ ) es cercano a 1 y su nivel de confiabilidad a un  $\alpha=0.05$  es significativo ( $Pr < W = 0.0001$ ), por lo que podemos asumir que la distribución de los residuales se aproxima a la normalidad. Por otra parte, para este modelo los residuales se asemejan a una línea recta respecto de la probabilidad de la distribución normal y sus porcentajes también se asemejan a una campana de Gauss (Velazco *et. al*, 2006) (Figuras 3 y 4). En este caso no se observan tendencias claras que indique que se estén violando la hipótesis de normalidad, por lo que las estimaciones de los parámetros se consideran válidas.

Ecuación obtenida. La ecuación obtenida que mejor ajuste tuvo la siguiente expresión:

$$\text{Modelo 5: } dn = -1.2320 + 0.9325(d_t)^{1.0305}$$

En donde:

$d_n$  = Diámetro normal (cm)

$d_t$  = Diámetro del tocón (cm).

$h_t$  = Altura del tocón (m).

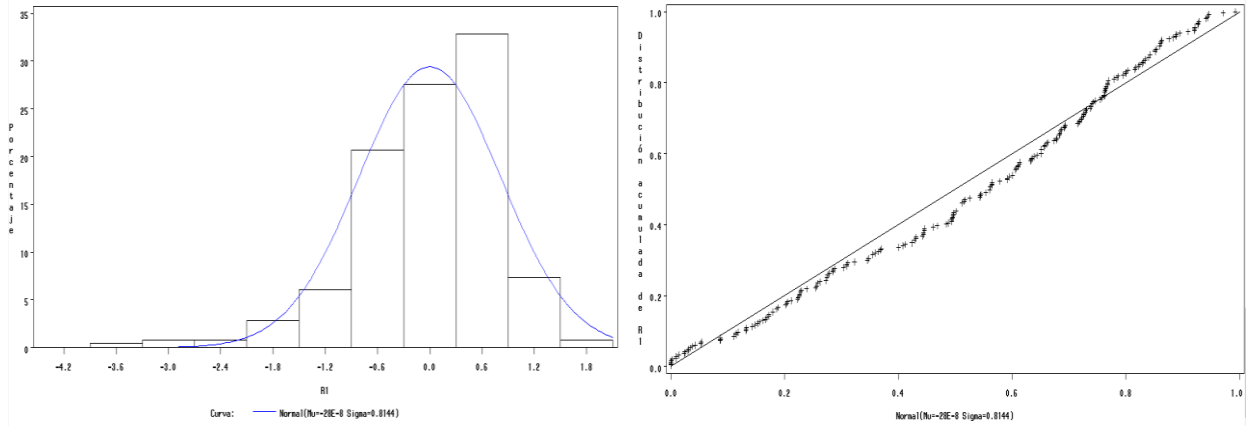


Figura 3. Porcentaje de frecuencias relativas acumuladas de los residuales frente a la distribución normal para el modelos 2.

Esta es una ecuación sencilla y fácil de usar ya que las variables son estimadas a partir de datos de inventarios forestales, por lo que, se deduce que el diámetro normal de los árboles de *P. montezumae* en la Comunidad Indígena de San Juan Nuevo Parangaricutiro, Michoacán, se puede estimar en función del diámetro del tocón.

Capacidad predictiva de la ecuación seleccionada. En cuanto a las medidas de precisión de las predicciones realizadas con cada una de las ecuaciones seleccionadas, tanto para los datos de ajuste, se observa que, la ecuación 5 presentó los menores valores de sesgo, de la raíz del error medio cuadrático y mayor  $R^2_{adj}$ , tal como se observa en el Cuadro 3, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Pompa *et al*, 2011.

Cuadro 3. Valores de estadísticos de comparación para el modelo de mejor ajuste.

MODELO	E	REMC	$R^2_{adj}$
5	-2.993	4.378	0.939

Dónde: E = Sesgo o diferencia media, REMC = Raíz del error medio cuadrático,  $R^2_{adj}$  = Coeficiente de determinación ajustado.

A manera de ejemplo, si tenemos un tocón de 35 cm, ese árbol tendrá un diámetro normal estimado con el modelo 5 de 35.1 cm, tal como se muestra en la ecuación:

$$\text{Modelo 5: } dn = 1.2320 + 0.9325(35)^{1.0305} = 35.1 \text{ cm}$$

## CONCLUSIONES

De acuerdo al procesamiento y análisis de los datos obtenidos podemos concluir que la relación diámetro normal-diámetro del tocón se pudo estimar en función de datos de inventarios forestales obteniendo predicciones aceptables.

La relación diámetro normal-diámetro de tocón se explica adecuadamente con modelos lineales, sin necesidad de utilizar modelos más complejos.

Dada la solidez estadística de la ecuación generada para la especie en estudio, se recomienda su implementación en la región de procedencia de los datos. Su aplicación operativa en campo no representa mayor dificultad y sería una importante herramienta para la simulación de las dimensiones de árboles que han sido cortados y sólo permanece el tocón como indicador de sus dimensiones.



---

## LITERATURA CITADA

- Barrio, A.M., J.G. Álvarez G., I.J. Díaz M. y C.A. López S. 2004. Relación altura diámetro generalizada para *Quercus robur* L. en Galicia. Cuad. Soc. Esp. Cienc. For. 18: 141-146.
- Diéguez, A. U., M. Barrio A., M., F. Castedo D. y M. Balboa M. 2003. Estimación del diámetro normal y del volumen del tronco a partir de las dimensiones del tocón para seis especies forestales comerciales de Galicia. Invest. Agrar. Sist. Recur. For. 12(2): 131-139.
- Jenkins, J., D. Chojnacky, L. Heath and R. Birdsey. 2004. Comprehensive database of diameter-based biomass regressions for North American tree species. USDA. Gen. Tech. Rep. NE-319. 45 p.
- López C.A., J.J. Gorgoso, F. Castedo. 2001. Comparación de modelos altura-diámetro generalizados para *Pinus radiata* D. Don en Galicia. En: III Congreso Forestal Español. Dep. de Enxeñaría Agroforestal. Escola Politécnica Superior de Lugo. Campus universitario s/n. 27002, Lugo. Universidad de Santiago de Compostela. España. P. 585-591. <http://www.secforestales.org/buscador/pdf/3CFE03-089.pdf> (Consulta: junio, 2013).
- López, S. C.A., J. Gorgoso V., F. Castedo D., A. Rojo A., R. Rodríguez S., J.G. Álvarez G. y McClure, J. P. 1968. Predicting tree dbh from stump measurements in the southeast. Southeastern Forest Experiment Station. USDA For. Ser. Res. Note SE-99. Asheville, NC. USA. 4 p.
- Pompa, G. M.; H. de los Santos V.; M. Zepeda B. y J.J. Corral R. 2011. Un modelo dendrométrico para estimación del diámetro normal a partir de las dimensiones del tocón. Agrociencia 45: 379-387.
- Quiñonez, B., G., F. Cruz C., B. Vargas L. y F. J. Hernández. 2012. Estimación del diámetro, altura y volumen a partir del tocón para especies forestales de Durango. Rev. Mex. Cien. For. 3(9): 23-39.
- Robinson, A. P. y G. B. Wood. 1994. Individual tree volume estimation: A new look at new systems. Journal of Forestry 92 (12): 25-29.
- Trincado, G. y C. Leal D. 2006. Ecuaciones locales y generalizadas de altura-diámetro para pino radiata (*Pinus radiata*). Bosque 27(1)23-34.
- Velazco, B. E., S. Madrigal H., I. Vázquez C., A. González H. y F. Moreno S. 2006. Manual para la elaboración de tablas de volumen fustal en pinos. Libro técnico No. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México D. F. 34 p.



## TOXICIDAD DE TRES ACARICIDAS PARA EL ÁCARO ROJO *Raoiella indica* Hirst (ACARI: TENUIPALPIDAE).

Sánchez-Vázquez, E.P\*, Osorio-Osorio, R.y Hernández-Hernández, L.U.

División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Km. 25 Carretera Villahermosa-Teapa, Centro, Tabasco, México. 86280.

paty\_sanchez\_83@hotmail.com

T-20

### RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo con el objetivo de determinar la efectividad biológica de productos acaricidas comerciales para el control químico del ácaro rojo *R. indica*. Los bioensayos se realizaron en una cámara de crecimiento a temperatura de  $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ , humedad relativa del  $50\pm 3\%$  y fotoperiodo de 12 horas. Las pruebas se realizaron de acuerdo al método no. 4 de la serie de métodos para pruebas de susceptibilidad del Comité de Acción de Resistencia a los Insecticidas (IRAC, por sus siglas en inglés), con la finalidad de calcular la concentración letal 50% ( $CL_{50}$ ) y la concentración letal al 90% ( $CL_{90}$ ) utilizando ejemplares adultos de esta especie. De acuerdo con la  $CL_{50}$  y  $CL_{90}$ , la abamectina fue más tóxica que el fenpiromato, y éste a su vez más tóxico que el azufre. La proporción de toxicidad para la  $CL_{90}$  mostró que la abamectina fue 265 veces más tóxico que el fenpiromato y 3,387 veces más tóxico que el azufre. Estos datos son los resultados iniciales de un estudio más amplio sobre la efectividad biológica de acaricidas de diferentes grupos químicos para el control del ácaro rojo.

**Palabras Clave:** *Raoiella indica*, abamectina, fenpiromato, azufre.

### INTRODUCCIÓN

El ácaro rojo *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) fue descrito en 1924 y encontrado en hojas de palma de coco en Coimbatore, India. Esta especie se ha encontrado en un total de 91 especies de plantas monocotiledoneas (Carrillo *et al.*, 2012); y en los últimos años, se dispersado rápidamente a través de la región Neotropical afectando cultivos de importancia económica de los ordenes Arecales (Arecaceae), Zingiberales (Heliconiaceae, Musaceae, Strelitziaceae, Zingiberaceae) y Pandales (Pandanaceae) (Kane *et al.*, 2012). En el caso de México, fue detectado oficialmente en noviembre de 2009 en palma de coco en los municipios de Isla Mujeres y Benito Juárez, Quintana Roo (NAPPO, 2009). Actualmente, se localiza en varios municipios de los estados de Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Chiapas, Oaxaca y Veracruz; así como en los municipios de Marquelia y Copala en el Estado de Guerrero; Puerto Vallarta, Jalisco y Bahía de Banderas, Nayarit (SENASICA, 2014). La aparición de esta plaga en territorio Mexicano representa un alto riesgo para la producción de cultivos de importancia económica; recientemente se ha registrado el 16.54% de infestación en cocotero, 7.23% en plátano y 10.34% en palmas ornamentales (SENASICA, 2014), lo que justifica la ejecución de diferentes estudios. El ensayo de efectividad biológica de plaguicidas (acaricidas en este caso) constituye uno de los elementos de base fundamental para la implementación de los programas de manejo, permitiendo conocer la respuesta biológica de cada especie sobre determinados tóxicos bajo condiciones regionales. Hasta ahora, la información sobre la efectividad biológica de acaricidas para el control de *R. indica* se ha generado en otros países (Rodrigues y Peña, 2012; De Assis *et al.*, 2013). En uno de estos trabajos, realizado en condiciones de campo en palma de coco en Puerto Rico, se encontró que la aspersión de spiromesifen, dicofol y acequinocil fueron efectivos para reducir las poblaciones de *R. indica*; en cambio, las aspersiones de etonazol, abamectina, piridaben, milbemectina y azufre mostraron control en Florida (Rodrigues y Peña, 2012). Por lo anterior, es necesario contar con la información local



sobre la efectividad biológica de los productos acaricidas autorizados en México, que sería muy valiosa ante situaciones de emergencia para el control de esta plaga.

### Objetivo

Determinar la efectividad biológica de tres productos acaricidas comerciales para el control químico del ácaro rojo *R. indica* en condiciones de laboratorio.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio de efectividad biológica se llevó a cabo mediante bioensayos en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, en una cámara de crecimiento marca Lumistell™ modelo ICPO9, a temperatura de  $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ , humedad relativa del  $50\pm 3\%$  y fotoperiodo de 12 horas. Se evaluaron los siguientes productos acaricidas: abamectina (ABAMECTINA 1.8% CE™, 18 g de i.a./l, Koor Intercomercial, S.A.), azufre elemental (SULTRON 725™, 725 g de i.a./l, Grupo Bioquímico Mexicano, S.A.) y fenpiroximato (AVOLANT™, Arysta Lifescience, 50.9 g de i.a./l). Todos estos productos están autorizados como plaguicidas de uso agrícola contra diferentes especies de ácaros por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2013) y por la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS, 2014). Las pruebas se realizaron de acuerdo al método no. 4 de la serie de métodos para pruebas de susceptibilidad del Comité de Acción de Resistencia a los Insecticidas (IRAC, 2009). Preliminarmente, para cada acaricida se prepararon concentraciones diluidas en un factor de 10 (0.01, 0.1, 1, 10, 100 y 1000 mg de ingrediente activo por litro de solución) y un control (agua destilada), con las cuales se realizaron bioensayos para determinar el intervalo de concentraciones que ocasionan la mortalidad de cero a 100% (ventana biológica). Cada unidad experimental correspondió a un disco defoliado de hoja de palma de coco (5 cm de diámetro) previamente sumergido durante 5 segundos en una solución acaricida o agua. A cada disco de hoja se transfirieron diez hembras adultas de *R. indica*, lo que representó una repetición. En total cada tratamiento tuvo 3 repeticiones para un total de 30 ácaros por concentración. Después de 24 h de aplicado el tratamiento se cuantificó el total de ácaros vivos y muertos. A partir de estas pruebas preliminares, se establecieron los bioensayos de 6 a 7 concentraciones por acaricida, que ocasionan una mortalidad en el intervalo de cero a 100. Se establecieron tres repeticiones para cada concentración de acaricida, para un total de 30 hembras adultas de *R. indica*, incluyendo el control (agua destilada). Todo el procedimiento se repitió dos veces para un total de 60 ácaros de *R. indica* por concentración de acaricida (Robertson *et al.*, 2007). El procedimiento aplicación y evaluación de acaricidas se llevó a cabo de una manera similar a lo descrito en el ensayo preliminar. El material vegetativo y los ácaros utilizados se obtuvieron a partir de colectas de campo en hojas de palmas de coco (*Cocos nucifera*) el mismo día del bioensayo. Los datos de mortalidad fueron sometidos a un análisis Probit (Finney, 1971) después de la corrección de la mortalidad basada en el control (Abbott, 1925), mediante el procedimiento PROC PROBIT de SAS (SAS Institute, 2012).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todos los casos se observó un buen ajuste del modelo probit los datos de mortalidad de *R. indica* ( $\chi^2, p > 0.05$ ) (Cuadro 1). Las concentraciones estimadas que causaron 50 y 90 % de mortalidad ( $CL_{50}$  y  $CL_{90}$ , respectivamente) indicaron que la abamectina fue más tóxica que el fenpiromato, y éste a su vez más tóxico que el azufre (Cuadro 1). La proporción de toxicidad para la  $CL_{90}$  mostró que la abamectina fue 3,387 veces más tóxico que el azufre y 265 veces más tóxico que el fenpiromato. Las pendientes de las líneas de concentración-mortalidad fueron 0.55 para abamectina, 0.31 para fenpiromato y 0.39 para azufre (Figura 1), lo cual indica un respuesta más homogénea de la población de *R. indica* este tóxico.



Cuadro 1. Comparación de la toxicidad de tres acaricidas para el ácaro rojo *Raoiella indica*.

Producto químico	n <sup>a</sup>	gl <sup>b</sup>	$\chi^2$ <sup>c</sup>	Pendiente ( $\pm$ EE) <sup>d</sup>	CL50 <sup>e</sup>	CL90 <sup>e</sup>	PT <sup>f</sup>
Abamectina	360	4	3.79	0.553 ( $\pm$ 0.055)	0.184 (0.09-0.368)	38.126 (12.097-193.417)	-
Fenpiromato	420	5	2.91	0.316 ( $\pm$ 0.036)	0.892 (0.343-2.726)	10,127 (1,180-265,148)	265
Azufre	420	5	2.87	0.392 ( $\pm$ 0.038)	69.72 (31.46-169.25)	129,121 (26,641-1,211,357)	3,387

a: Total de individuos evaluados

b: Grados de libertad

c: Valor de  $\chi^2$  de Pearson ( $p > 0.05$ )

d: Error estándar de la media

e: Concentración en mg/l

f: Proporción de toxicidad al 90%

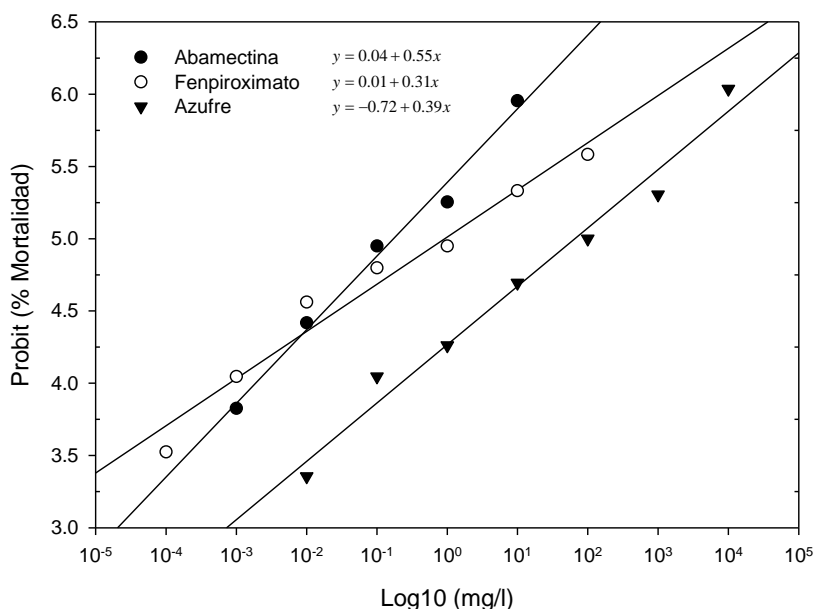


Figura 1. Representación gráfica de las líneas concentración-mortalidad del ácaro rojo *Raoiella indica* expuestas a tres acaricidas (Prueba de  $\chi^2$  de Pearson,  $p > 0.05$ ).

En un estudio realizado en condiciones de laboratorio en Brasil, De Assis *et al.* (2013) también encontraron que de una serie de 10 acaricidas evaluadas, la abamectina fue el más tóxico, siendo 136,125 veces más tóxico que el fenpiromato. En otro estudio, en condiciones de campo realizado en Florida, en general, tanto la abamectina como el azufre redujeron significativamente las poblaciones de *R. indica* (Rodríguez y Peña, 2012). Nuestros datos son los resultados iniciales de un estudio más amplio sobre la efectividad biológica de acaricidas de diferentes grupos químicos para plantear estrategias de control químico del ácaro rojo en el caso de que se requiera.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con la CL<sub>50</sub> y CL<sub>90</sub>, la abamectina fue más tóxica que el fenpiromato, y éste a su vez más tóxico que el azufre. La proporción de toxicidad para la CL<sub>90</sub> mostró que la abamectina fue 3,387 veces más tóxica que el azufre y 265 veces más tóxica que el fenpiromato.



## LITERATURA CITADA

- Abbott W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 265-267.
- Carrillo, D., D. Amalin, F. Hosein, A. Roda, R. Duncan & J.E. Peña. 2012. Host plant range of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion of the New World. *Experimental & Applied Acarology* 57: 271-289.
- COFEPRIS. 2014. Búsqueda de registros de plaguicidas y nutrientes vegetales. Consultado en línea el 02 de junio de 2014; <http://189.254.115.250/Resoluciones/Consultas/ConWebRegPlaguicida.asp>.
- De Assis, C.P.O., E.G.F. de Moraes & M.G.C. Gondim. 2013. Toxicity of acaricides to *Raoiella indica* and their selectivity for its predator, *Amblyseius largoensis* (Acari: Tenuipalpidae: Phytoseiidae). *Experimental & Applied Acarology* 60: 357-365.
- Finney, D.J. 1971. Probit analysis. 3rd. Edition. Cambridge University Press. London
- IRAC. 2009. IRAC Susceptibility Test Methods Series (method: 004). Consultado en línea el 20 de agosto de 2013; [http://www.irc-online.org/content/uploads/Method\\_004\\_v3\\_june09.pdf](http://www.irc-online.org/content/uploads/Method_004_v3_june09.pdf).
- Kane, E.C., R. Ochoa, G. Mathurin, E.F. Erbe & J.J. Beard. 2012. *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae): an exploding mite pest in the neotropics. *Experimental & Applied Acarology* 57: 215-225.
- NAPPO. 2009. Detección del ácaro rojo de las palmas (*Raoiella indica*) en Isla Mujeres y Cancún, Quintana Roo, México. Sistema de Alerta Fitosanitaria- NAPPO (Organización Norteamericana de Protección a las Plantas). Consultado en línea el 2 de abril de 2013; <http://www.pestalert.org/espanol/oprDetail.cfm?oprID=406>.
- Robertson, J.L., R.M. Russell, H.K. Preisler & N.E. Savin. 2007. Bioassays with arthropods. Second edition. CRC Press, NY. 199 p.
- Rodriguez, J.C.V. & J.E. Peña. 2012. Chemical control of the red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in banana and coconut. *Experimental & Applied Acarology* 57: 317-329.
- SAS Institute. 1999. SAS/STAT. The SAS System for windows version 8.00. Cary, North Carolina. USA.
- SAGARPA. 2011. Plaguicidas de uso agrícola autorizados. Consultado en línea el 2 de junio de 2014; <http://www.senasica.gob.mx/?id=4099>.
- SENASICA. 2014. Campaña contra ácaro rojo de las palmas. Informe mensual No. 4 julio 2014. Dirección General de Sanidad Vegetal del Servicio Nacional de Inocuidad y calidad alimentaria (SENASICA) de la SAGARPA. Consultado en línea el 2 de junio del 2014; <http://www.senasica.gob.mx/?id=4584>.



## FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DEL PSÍLIDO ASIÁTICO DE LOS CÍTRICOS, *Diaphorina citri* Kuwayama (HEMIPTERA: LIVIIDAE), EN LIMÓN PERSA (*Citrus latifolia* Tanaka) EN TABASCO

\*Ruíz J. K. Z.; Hernández H. L. U.; Osorio O. R. y López N. J. I.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). División Académica de Ciencias Agropecuarias (DACA). Carretera Villahermosa-Teapa Km. 25. R/a la Huasteca 1ra secc.

T-23

### RESUMEN

La citricultura representa una actividad socioeconómica de gran importancia dentro de la fruticultura nacional, sin embargo, se encuentra amenazada por la enfermedad conocida como Huanglongbing (HLB), de los cítricos. El Psílido Asiático de los Cítricos (PAC), *Diaphorina citri* Kuwayama, (Hemíptera: Liviidae), es el insecto vector de esta enfermedad, por lo cual es importante tomar medidas para controlar las poblaciones ya que su presencia en el estado de Tabasco está registrada a partir del año 2005. El trabajo se realizó mediante muestreos semanales de brotes, asimismo con periodicidad quincenal la colocación de tramas de color amarillo durante el periodo de septiembre 2012 a marzo 2013 en una plantación de limón Persa (*Citrus latifolia* Tanaka) de 3 ha, localizada en el Ejido Habanero 1ra Sección, del municipio de Cárdenas, Tabasco. Los resultados muestran que la mayor incidencia de las tres fases del insecto se presentó en los periodos Septiembre - Octubre y Enero - Febrero, con una disminución en los meses de Noviembre, Diciembre y Marzo. Es relevante señalar que las temperaturas en los periodos de mayor incidencia osciló entre los 25 y 28 °C y en los de menor población la temperatura promedio fue de 30 °C, a diferencia de las precipitaciones, donde no se observa una relación con respecto al insecto.

**Palabras clave:** *Diaphorina citri*, fluctuación, *Citrus latifolia*

### INTRODUCCIÓN

El cultivo de los cítricos constituye una actividad socioeconómica de gran importancia para México, ya que cuenta con una superficie de 550,000 hectáreas, de las cuales se obtienen anualmente alrededor de 7.1 millones de toneladas de fruta, lo que coloca a nuestro país como el quinto productor a nivel mundial, de acuerdo a los reportes del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SIAP, 2012). Este fruto tiene buena aceptación en el mercado local, nacional e internacional, el 70 % del volumen de la producción se obtiene entre los meses de mayo y octubre, debiéndose a una floración intensa en invierno e inicio de la primavera, aunque se menciona que en el resto del año es continua pero de menor escala, aunado a la particularidad muy peculiar de este cultivo, el cual no entra en periodo de dormancia, por lo que la brotación y floración se hacen una constante, influenciadas en gran medida por el riego, la nutrición, las podas y el manejo en general (Jasso *et al.*, 2011).

En la actualidad existen plagas causantes de pérdidas económicas en las plantaciones cítricas alrededor del mundo y México no es la excepción por ser importante productor a nivel mundial (SAGARPA, 2011). Un ejemplo lo constituye el psílido asiático de los cítricos (PAC), *Diaphorina citri* vector de la bacteria *Candidatus liberibacter* spp causante del HLB de los cítricos. El PAC, se reportó por primera vez en 2002 y su distribución incluye a la fecha, todos los estados donde se cultivan los cítricos. Con respecto a la enfermedad, el primer registro en México se generó en el año 2009 en los estados de Yucatán y Quintana Roo y en consecuencia, dadas las características de la enfermedad que transmite el PAC, de ser letal para las plantas infectadas, se han generado diversas investigaciones en las zonas cítricas del país para el control y manejo tanto de la enfermedad como de su vector, al igual que de otros huéspedes que pueden albergar

al vector y la enfermedad y por ende constituirse como fuentes importantes de inóculo (SENASICA, 2009).

### Objetivo

Conocer la fluctuación poblacional del psílido asiático de los cítricos (PAC), *Diaphorina citri* Kuwayama en limón persa *Citrus latifolia* Tanaka, y su relación con factores climáticos.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionó una plantación de limón persa de tres has en el ejido Habanero del municipio de Cárdenas; se marcaron 20 árboles en competencia completa y en los cuales semanalmente se colectó un brote por árbol de no más de 5 cm de longitud, para la observación y conteo de los estadios de la plaga en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la UJAT, asimismo, con periodicidad quincenal, se colocaron trampas de cartón de color amarillo, de 10 cm x 10 cm cubiertas de grasa comercial automotriz, a fin de capturar adultos de la plaga. Los registros obtenidos de las diferentes variables bajo estudio se organizaron en una base de datos empleando EXCEL-2007; para su análisis se utilizó el software SAS (2009) Se relacionaron las variables dependientes e independientes; al mismo tiempo que se calculó el coeficiente de correlación de Pearson. El periodo de muestreo comprendió de septiembre de 2012 a marzo de 2013.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el tiempo de muestreo de brotes vegetativos, *Diaphorina citri* estuvo presente en 27 de los 29 muestreos realizados, lo cual representa una incidencia de 93.2%, y la excepción en los muestreos de la primera y segunda semana del mes de marzo (2013), solo indican el 6.8% de no incidencia, debido a la ausencia total de los estados inmaduros del insecto en los brotes, salvo la captura de un solo adulto en uno de los muestreos. La población de huevos y ninfas que presentó el máximo nivel, se registró en el mes de octubre, con una media mensual de 82 huevos y 86 ninfas por brote. De igual comportamiento, para el caso de los adultos, los mayores registros se contabilizaron en los meses de septiembre y enero, con 10 individuos en promedio por brote (Figura 1).

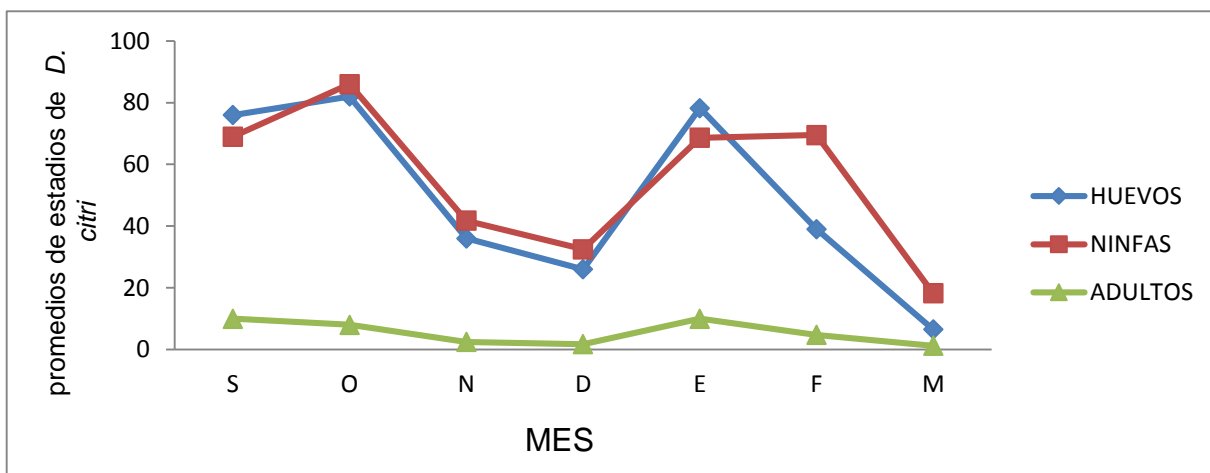


Figura 1. Distribución promedio mensual de los estados de *Diaphorina citri* Kuwayama en brotes vegetativos 2012-2013.

Con respecto a los resultados de captura de adultos con trampas amarillas, el comportamiento general fue similar al de brotes y *Diaphorina citri* estuvo presente en 14 de los 15 muestreos realizados, lo cual representa una incidencia de 93.4%, y los datos obtenidos en el primer

muestreo de marzo, son un indicador de la ausencia de adultos en un 6.6% del total de las muestras observadas. La incidencia más alta promedio mensual, se presentó en los meses de septiembre y octubre (2012), y enero (2013), con 65.5, 40.5 y 58, individuos por trampa respectivamente, y en contraparte, los registros de menor incidencia corresponden al mes de marzo con capturas promedio de 14 individuos por trampa. Este comportamiento se correlaciona con las temperaturas medias mensuales de los meses de muestreo y que para los datos de mayor presencia son óptimas de acuerdo con (Baños y Ravelo, 2008), de igual manera, se coincide con la presencia y ausencia de brotes, mismas que se correlacionan de manera directa con la presencia y ausencia de la plaga tal como lo demuestra (Borja, 2010 y Garduza, 2012). (Figura 2).

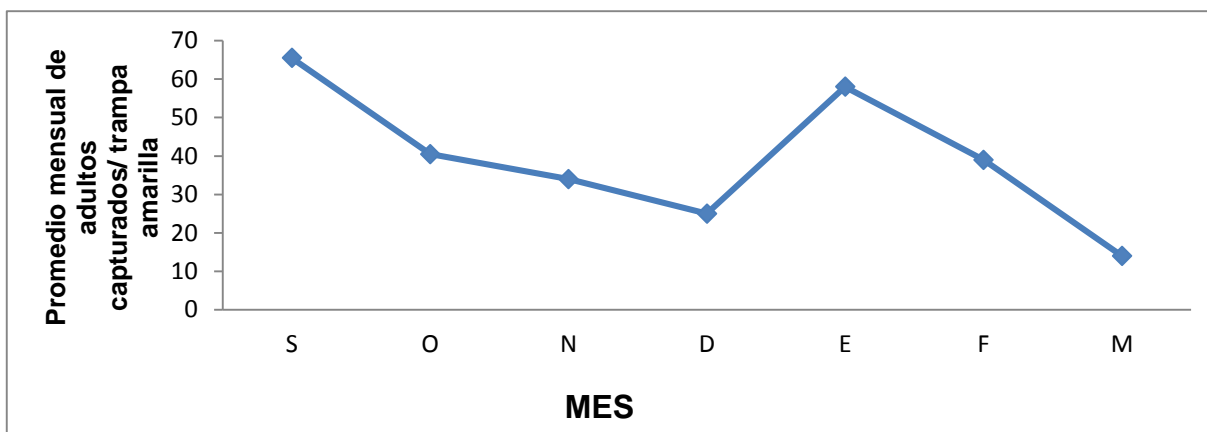


Figura 2. Distribución promedio mensual de adultos de *Diaphorina citri* Kuwayama en trampas amarillas 2012-2013

De acuerdo con el análisis de correlación de Pearson la precipitación presentó una correlación positiva muy baja con la presencia de la fase adulta y una correlación negativa con los datos registrados de huevos y ninfas, las cuales no presentaron diferencias significativas.

Análisis de correlación de Pearson entre fluctuación poblacional de *Diaphorina citri*, temperatura media y precipitación pluvial

Diaphorina citri	Temperatura		Precipitación	
	r	P	r	P
Huevos	0.600	0.0031	-0.0902	0.675
Ninfas	0.625	0.00113	-0.163	0.4476
Adultos	0.538	0.0069	0.1906	0.3740

### CONCLUSIÓN

El psílido asiático de los cítricos está presente durante todo el año en el sitio de muestreo, las variaciones poblacionales parecen estar asociadas de manera inversamente proporcional a la precipitación pluvial y de manera proporcional directa a la presencia de brotes tiernos en los que se encuentran los requerimientos nutritivos óptimos para desarrollo del psílido.

### LITERATURA CITADA

Baños, H.; y Ravelo, J. 2008. *Diaphorina citri* y la enfermedad *Huanglongbing*: Una combinación destructiva para la producción citrícola. Revista Protección Vegetal, Vol. 22 Número 3. 154-165.



- 
- Borja, M. 2010. Biología y ecología de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). Tesis Doctoral, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Garduza, D. 2012. Fluctuación poblacional de *Diaphorina citri* Kuwayama en limón Persa (*Citrus latifolia* Tanaka) en la sabana de Huimanguillo, Tabasco. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Cárdenas, Tabasco.
- Statistical Analysis System (SAS Institute). (2009). The SAS system for window. SAS Institute Inc. Cary, NC27513, USA.
- SAGARPA, 2011. Programas para el control del Psílido asiático de los cítricos *Diaphorina Citri*. [En línea] <http://www.sagarpa.gob.mx/> revisado marzo 2013.
- SENASICA 2009. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Notificación y Detección del *Huanglongbing* en México. [www.senasica.gob.mx](http://www.senasica.gob.mx) Febrero 2013.
- SIAP 2012. Producción agrícola por cultivo y por estado. [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx) marzo 2013.
- Jasso, J., Contreras M.M., Ake, H., Koyoc, D., Solís G. 2011. Fluctuación poblacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en limón persa .en la etapa de desarrollo. 2° Simposio Nacional sobre la investigación para el manejo del Psílido asiático de los cítricos y el Huanglongbing en México 2011.



## CARACTERIZACIÓN DEL SOMBREADO MEDIANTE RADIACIÓN FOTOSINTÉTICAMENTE ACTIVA PARA EL MANEJO DE PLANTACIONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)

López-López R<sup>1.\*</sup>, Ojeda-Bustamante W<sup>2</sup>, González-Lauck V.<sup>3</sup>, Montejo- Sánchez C.<sup>4</sup>, Jiménez-Chong J. A.<sup>1</sup>, Rodríguez-Cuevas M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Huimanguillo, Huimanguillo, Tabasco México, <sup>2</sup>Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Jiutepec Morelos, México. <sup>3</sup>Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. La Lima Honduras. <sup>4</sup>Universidad Popular de la Chontalpa. H. Cárdenas, Tabasco México.

lopez.rutilo@inifap.gob.mx

T-24

### RESUMEN

El cacao requiere de sombreado para realizar eficientemente sus procesos fisiológicos, por eso es conveniente estimar la intercepción de la Radiación fotosintéticamente activa (RFA) en las plantaciones como un indicador del manejo actual de agroecosistemas cacaoteros en México. Los objetivos del presente trabajo fueron caracterizar el sombreado en plantaciones de cacao de la región de la Chontalpa, Tabasco para generar posibles recomendaciones de podas y control fitosanitario en el manejo agronómico de la plantación; medir la RFA en tres estratos del agroecosistema cacao para determinar la fracción de sombreado. Se propuso un esquema de clasificación para denominar las especies de sombra utilizadas considerando la cantidad y diversidad de especies existentes en los agroecosistemas. La medición de la RFA se realizó mediante el uso del ceptómetro. Se hicieron registros de RFA en días soleados en tres estratos verticales: parte alta, media y baja y se consideró un promedio de cinco registros por estrato para plantaciones con superficies de 1 a 10 hectáreas y entre 25 y 30 registros en plantaciones mayores que 10 hectáreas. Los resultados de las plantaciones estudiadas indican que en promedio el 49.1 % de la RFA llega a las plantas del cacao y solo el 10.3 % alcanza la superficie del suelo. Existe una variabilidad en el sombreado dependiendo de las especies de sombra utilizadas y del manejo de la poda aplicado a los árboles de sombra y en el cacao. La RFA medida en los estratos medio y bajo de las plantaciones de cacao tiene un efecto negativo logarítmico en la fracción de sombreado y es un indicador confiable para estimar el porcentaje de sombra en las plantaciones de cacao.

**Palabras clave:** radiación fotosintéticamente activa, fracción de sombreado, árboles de sombra, productividad del cacao.

### INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) representa la fuente de ingreso principal de 40-50 millones de personas en zonas productoras localizadas principalmente en África, Asia, Centro y Sudamérica (dentro de la franja tropical de los 20 grados de la línea ecuatorial) (Nadurille, 2010). La producción mundial está distribuida entre los países de América del Sur, América Central, México, el Caribe, África, Asia y Oceanía; estos países cuentan con tierras de bosques húmedos tropicales. El cultivo del cacao tuvo su origen en América pero no se puede indicar con precisión el lugar específico de origen (Batista, 2009). El cacao es una especie nativa amazónica de tierras bajas neotropicales y selvas tropicales y actualmente se cultiva en más de 50 países del trópico húmedo (Motamayor *et al.*, 2008).

El cacao requiere de sombreado para realizar eficientemente sus procesos fisiológicos. Tradicionalmente el cacao se ha cultivado bajo la protección de especies de crecimiento rápido y otras leguminosas, incluyendo palmeras y frutas tropicales. La asociación de árboles maderables en sistemas de producción con cacao, maximiza los beneficios económicos al



agricultor, haciendo más sostenible el sistema en los aspectos de conservación de los recursos naturales como el suelo, el agua y la biodiversidad (Dubón y Sánchez 2013).

Además de proteger al cultivo, los árboles de sombra ofrecen beneficios y servicios adicionales al sistema agroforestal, tales como la fijación de nitrógeno (en el caso de las leguminosas) y la producción de hojarasca que se transforma en materia orgánica del suelo, que amortigua las condiciones climáticas extremas, tales como la temperatura, el viento y la humedad, crea condiciones estables especialmente contra el efecto térmico del sol, pero aun así, el cacao sombreado asociado con las especies de mayor tamaño, favorece el reciclaje de nutrientes y por lo tanto contribuye a la sostenibilidad de este sistema (Santana y Cábala, 1987). Además, generalmente los productores de cacao se benefician de las especies de árboles de sombra utilizando el producto como fuente de energía (leña) y de maderas finas tropicales. Esto permite que el sistema sea más sostenible desde el punto de vista económico (proporciona ingresos adicionales) y ecológicamente contribuye a la protección y conservación de los suelos y los recursos hídricos, así como el secuestro de carbono y la liberación de oxígeno (Dubón y Sánchez, 2013).

El cacao como especie tolerante a la sombra, conduce relativamente a altas tasas de fotosíntesis, crecimiento y rendimiento de granos. Sin embargo, el exceso de sombreado reduce la producción de granos y aumenta la incidencia de las enfermedades, de hecho, los rendimientos de cacao y la interceptación de la luz están estrechamente relacionados cuando la disponibilidad de nutrientes no es un factor limitante. La alta producción de cacao sin sombreado, requiere de altos insumos en la protección y la nutrición del cultivo. La radiación y precipitación anual durante la estación seca explica el 70 % de las variaciones en los rendimientos de cacao (Almeida y Valle 2007).

La radiación fotosintéticamente activa (RFA) es la radiación que aprovechan los cultivos para realizar sus funciones vitales en todas sus etapas fenológicas. El cultivo de cacao tiene una particularidad que logra un buen desarrollo cuando se encuentra bajo condiciones de sombreado. El cultivo solo utiliza una parte de la radiación fotosintéticamente activa que llega a la plantación, el resto es interceptado por los árboles de sombra, por lo tanto es de suma importancia el manejo del sombreado en las plantaciones de cacao (Batista, 2009).

El método más preciso y práctico para estimar indirectamente el sombreado es el uso del ceptómetro que estima la RFA en varias alturas de la planta para determinar la interceptación de la radiación al penetrar el follaje en un sistema agroforestal y se puede utilizar en estudios que requieran relacionar de forma cuantitativa el efecto de la sombra sobre la producción (Farfán *et al.*, 2003).

El nivel de sombreado o su inverso, nivel de insolación que penetra la plantación, determina la tasa fotosintética de los cultivos agrícolas en los estratos inferiores, su crecimiento, su demanda de nutrientes y de agua, la dinámica de plagas y enfermedades y eventualmente la producción comercial (Guharay *et al.*, 2001; Hagar *et al.*, 2001). Los árboles de sombra en las plantaciones de cacao aportan beneficios ecológicos, económicos y sociales al hogar, al ambiente y a la sociedad (Almeida *et al.*, 2002, Dubón y Sánchez, 2013).

A pesar de su importancia, no existen estudios en México relacionados con los niveles de sombreado en las plantaciones cacaoteras. En consecuencia, los objetivos del presente trabajo fueron: i) Caracterizar el nivel de sombreado de plantaciones de cacao de la región de la Chontalpa, Tabasco para generar posibles recomendaciones en el manejo agronómico del cultivo como podas y el control fitosanitario de la plantación; ii) Medir la RFA en tres estratos del



agroecosistema cacao para determinar la fracción de sombreado en parcelas de productores de la región de la Chontalpa, Tabasco.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio.** El estudio se desarrolló en la región de la Chontalpa, Tabasco México, compuesta por los municipios de Cárdenas, Comalcalco, Cunduacán, Huimanguillo, Jalpa de Méndez y Paraíso. El clima es cálido-húmedo con lluvias en verano el promedio de precipitación es de aproximadamente 2000 mm anuales, una temperatura media anual de entre 25 y 27 °C, presentándose las temperaturas más altas en los meses de abril y mayo. A lo largo del año, en Tabasco se recibe un 20 % de la radiación que llega en el exterior de la atmosfera en días nublados, 58 % de la radiación que debía llegar a la superficie en días despejados y la radiación que recibe en días despejados es entre 76 al 81 % de lo que llega al exterior de la atmósfera (Aceves *et al.*, 2010) Los cultivos predominantes en la zona de estudio son cacao, cocotero, plátano, cítricos, caña de azúcar, sandía, melón, piña, maíz para forraje o para autoconsumo al igual que el frijol que se cultiva en superficies pequeñas. El cacao es un cultivo de suma importancia y se extiende por todos los municipios que comprende la región de estudio. Se muestrearon 32 plantaciones localizadas los municipios de Huimanguillo, Cárdenas, Cunduacán y Comalcalco, del estado de Tabasco, México. Una plantación estudiada se localiza en Campo Experimental Huimanguillo, del municipio de Huimanguillo, Tabasco.

**Suelos.** Los suelos que se usan para el cultivo del cacao son suelos que se derivan de sedimentos fluviales, lacustre o marinos, tienen contenidos de carbono orgánico que decrecen irregularmente con la profundidad o se mantienen superiores a 0.20 % a una profundidad de 1.25 m. Se han identificado las subunidades Fluvisol éutrico y Fluvisol eutri-gléyico, esta última para separar a los fluvisoles que presentan características gléyicas debido a un manto friático elevado en alguna época del año. Ambos tipos de suelos, son conocidos localmente como “tierras de vega de río”. Estos suelos se distribuyen prácticamente en todo el Estado en forma paralela a los cauces de ríos y arroyos, que se extiende por los municipios de Cárdenas, Cunduacán y Comalcalco.

### Determinación de especies usadas como sombra

Para denominar las especies de sombra presentes en las parcelas muestreadas se propuso el siguiente esquema de clasificación a partir de la cantidad y diversidad de especies existentes en los agroecosistemas (Cuadro 1):

Cuadro 1. Esquema de clasificación de las especies de sombra en el cultivo de cacao.

Nombre	Descripción	Identificador
Especie única de sombra	Donde solo existe una especie de árbol	ESU
Especie de sombra principal	Especie principal presente en mayor proporción	ESP
Especie de sombra secundaria	Especie de árbol secundaria en el agro ecosistema en relación con la especie principal	ESS
Especies de proporción mínima	Aquellas especies cuya densidad es marginal	EPM

Para obtener los datos de las especies de sombreado se encuestaron a los productores y verificados en campo. Una vez obtenidos estos datos, se procedió a agrupar los árboles de sombreados de acuerdo a su utilidad potencial (frutales, leguminosas, maderables y nativos).

### Medición de la Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA)

La medición de fotones de RFA se realizó mediante el uso del ceptómetro modelo AccuPar-LP80, en unidades de  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , que cuenta con funciones como estimar el índice de área foliar (IAF) una vez calibrados los parámetros del cultivo.

Se realizaron las lecturas de la RFA en los tres estratos verticales de las plantaciones muestreadas: parte alta (afuera de la plantación), parte media (a 2.5 m de altura), parte baja) y se consideró un promedio de cinco lecturas por estrato para plantaciones con superficies de 1 a 10 ha. En plantaciones con superficies mayores que 10 ha se consideraron entre 25 y 30 lecturas por estrato.

Se realizaron mediciones de la RFA por arriba del dosel de los árboles de cacao usando una escalera de aluminio. Mientras que para obtener el valor de la RFA que llega a la parte superior del dosel de los árboles de sombra se tomaron cinco lecturas en una zona despejada en el exterior de la plantación, sin ningún tipo de interferencia, asumiendo que la radiación que llega a la copa de dichos arboles no tiene ninguna interferencia.

Los registros se realizaron en días soleados con la menor cantidad de nubes posibles, para el muestreo de las parcelas se utilizó un horario de 11:00 am a 15:00 pm para aprovechar las horas en que la radiación solar es mayor. La recolección de los datos se realizó en el periodo del 2 de marzo al 18 de julio del 2012.

#### **Variables de Medición**

Para determinar la fracción de sombreado ( $F_s$ ) de las plantaciones se usó el porcentaje de intercepción de la RFA o utilizando la siguiente ecuación:

$$F_s = 100 - \left( \frac{RFA_m}{RFA_a} \right) 100 \quad (1)$$

Donde  $RFA_m$  es la radiación fotosintéticamente activa del estrato medio y  $RFA_a$  es la radiación fotosintéticamente activa de la parte alta a cielo abierto.

**Análisis Estadístico.** El análisis de la fracción de sombreado y especies de árboles de sombra se realizó mediante el empleo de la estadística descriptiva como los histogramas de frecuencia, media aritmética, desviación estándar, y la obtención de valores máximos y mínimos. Una vez correlacionadas las variables continuas de medición se obtuvieron funciones de regresión simples y múltiples para explicar cuantitativamente el efecto de una o más variables sobre una variable continua dependiente. Se seleccionaron los parámetros de las funciones de regresión con base en la probabilidad de significancia ( $P < 0.05$ ) mediante el Sistema de Análisis Estadístico (SAS, 2008) y por medio del software Excel se obtuvieron los modelos de regresión simples o múltiples, los cuales fueron seleccionados a partir del coeficiente de determinación ( $R^2$ ).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Especies de árboles para sombra en el cultivo de cacao**

Diversos autores han caracterizado al cacao como umbrófila o muy “amiga” de la sombra, lo que indica que prospera donde su follaje no está expuesto directamente a la luz solar. (Paredes y Montero, 2004). Por su parte López *et. al.*, (2005) señalan que el cacao requiere de sombreado principalmente en aquellos lugares con días despejados durante gran parte del año y se clasifican en dos tipos de sombra: temporal, que se usa durante los primeros tres años y sombra permanente o definitiva que se usa a partir de los tres años en adelante, en consecuencia las especies que se usan para esta tipo de sombra deben tener una vida útil de 30 años o más. Los árboles de sombreado deben plantarse antes de establecerse la plantación de cacao. A continuación se describen las especies de sombra y el porcentaje de su distribución (Cuadro 3) en las plantaciones de cacao en la región:

Cuadro 2. Especies de sombra y porcentaje de distribución en las plantaciones de cacao muestreadas.

Nombre científico	Nombre común	Presencia general % total de parcelas con la especie	Especie única	Especie Principal	Especie Secundaria	Proporción Mínima
<i>Gliricidia sepium</i>	Cocoite	40.6	3.1	18.8	18.8	0.0
<i>Eritrhyna sp.</i>	Mote o madre cacao	34.4	0.0	18.8	12.5	3.1
<i>Diphysa americana</i>	Chipilín	28.1	0.0	15.6	12.5	0.0
<i>Tabebuia mexicana</i>	Macuili	37.5	3.1	9.4	12.5	12.5
<i>Cedrella odora</i>	Cedro	40.6	3.1	0.0	12.5	25.0
<i>Colubrina arborescens</i>	Tatuán	21.8	3.1	0.0	9.4	9.4
<i>Samanea samán</i>	Samán	15.6	0.0	6.2	0.0	9.4
<i>Albizia samán</i>						
Otros	Frutales y pimienta	93.7	0.0	3,1	40.6	50.0
Nativos	Varias especies	59.4	0.0	9.4	15.6	34.4

El cocoite (*Gliricidia sepium*) es una de las especies más usadas en la región como árbol de sombra principal para las plantaciones de cacao y en ocasiones es también utilizada como especie única de sombra, la cual representa el 3.1 % de las muestra, además representa el 18.7 % como árbol de sombra principal y 18.7 % como especie de sombra secundaria, el cocoite se encuentra presente en un 40.6 % de las plantaciones muestreadas.

El mote o madre de cacao (*Eritrhyna sp.*) es también de las especies más usadas como árbol de sombra permanente para el cultivo de cacao. En la región de la Chontalpa es también una de las especies más usadas como árbol de sombra principal, cuando se introdujo el cacao en la zona también el árbol mote fue propagado en la región a través de estacas de esta especie para establecerlas en las plantaciones de cacao, se encontró esta especie en el 18.7 % de las plantaciones como sombra principal, 2.5 % como especie de sombra secundaria y 3.1 % como especie de sombra de proporción mínima, el mote está presente en un 34.3 % de las parcelas muestreadas. Al respecto, la *Erytrina sp* es considerada por FHIA (2007) como una especie tropical que se utiliza como sombra en el cultivo de cacao para producir eficientemente.

Otra especie común en los agroecosistemas estudiados como árbol de sombra principal es el chipilín (*Diphysa americana*) sobre todo en los municipios de Comalcalco y Cunduacán, una de las principales problemáticas de esta especie es que son arboles viejos que han tirado gran parte de su follaje y ramas por lo cual presentan porcentaje de sombreado del cultivo bajos. Esta especie se encontró en un 15.6 % de las plantaciones como especie de sombra principal y en un 12.5 % como especie de sombra secundaria, está presente en el 28.1 % de las plantaciones muestreadas.



El macuilí (*Tabebuia mexicana*) se encontró en 3.1 % como especie única de sombra, 9.4 % como sombra principal, 12.5 % como sombra secundaria y 12.48 % como árbol de sombra de proporción mínima. Se encuentra en el 37.5 % de las plantaciones muestreadas.

El cedro (*Cedrella odorata*) es de las especies maderables más importantes de la región y representa el 3.1 % de las plantaciones muestreadas como especie única de sombra, en 12.5 % como árbol de sombra secundaria y en un 25 % como árbol de sombra de proporción mínima. Asare (2005) recomienda el uso de especies de árboles forestales aptas para el agroecosistema cacao que pueda ser sostenible a largo plazo, mediante la rehabilitación, incorporación y el reciclaje de los nutrientes del suelo. Está presente en el 40.6 % de las plantaciones muestreadas.

El tatúan (*Colubrina arborescens*) se encontró en 21.8 % de las plantaciones, solo en 3.1 % como árbol de sombra única, en 9.4 % como árbol de sombra secundaria y en la misma proporción como árbol de sombra de proporción mínima.

El samán (*Samanea samán* o *Albizia samán*) estuvo presente en 15.6 % de las plantaciones muestreadas, distribuido en un 6.2 % de las parcelas como árbol de proporción mínima y en un 9.4 % como árbol de sombra de proporción mínima.

El Programa de Cacao y Agroforestería del FHIA (2013) actualmente está fomentando el uso de especies de árboles comerciales para reemplazar las especies recomendadas tradicionalmente, como los del género *Gliricidia* y *Erythrina cassias*, entre otros, que ofrecen beneficios adicionales limitados. Las especies maderables, además de sombreado de cacao, proporcionan productos tales como la madera, troncos, postes y otros productos secundarios como semillas. La producción de cacao ha tenido un giro interesante, debido a la recomendación de la utilización de árboles de sombra permanentes. Éstas además de proporcionar sombra, también generan beneficios adicionales como la madera y las frutas tropicales.

Los frutales como el aguacate, cítricos, pimienta, pan de sopa, zapote, mango, por mencionar los más importantes, son las especies con mayor presencia en las plantaciones de cacao muestreadas, se encontraron en un 3.1 % como árboles de sombra principal, en 40.6 % como especies de sombra secundaria y en un 50 % como árboles de sombra de proporción mínima, estando presentes en un total de 93.7 % de las parcelas muestreadas.

Los árboles nativos como el guácimo (*Guazuma ulmifolia*), es muy utilizado como leña por ser de rápida regeneración, ocupan el segundo lugar en cuanto a presencia en los agroecosistemas, se encontraron como árboles de sombra principal en 9.4 % de las parcelas, como sombra secundaria en un 15.6 % y como especie de sombra de proporción mínima en 34.4 % de las parcelas, están presentes en un 59.4 % de las plantaciones muestreadas.

#### **Intercepción de la Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) por árboles de sombra y el cacao.**

En la parcela del Campo Experimental Huimanguillo, se tomaron valores a intervalos de una hora de la RFA durante un día despejado (16 de julio de 2012) que corresponde al día juliano 194, de las 8:00 a 14:00 h.

La Figura 1 muestra que los valores mayores de la RFA se presentan de 12:00 a 13:00 h, en tanto de 9:00 h a 12:00 h la RFA va en incremento y de 13:00 en adelante el valor de la RFA decrece. Caso contrario lo que ocurre con el sombreado, cuando la RFA es mayor en la parte alta del agroecosistema la fracción de sombreado es menor, por lo tanto, el sombreado es el inverso de

la RFA. Los valores de RFA en los tres estratos muestreados en las plantaciones estudiadas de los productores de cacao y su fracción de sombreado o intercepción de la radiación por los arboles de sombra y de cacao. Se puede apreciar que existe un promedio de 50.9 % de sombreado en la parte media, este valor puede ser muy alto para poder obtener una productividad satisfactoria y un control adecuado en el manejo fitosanitario. La desviación estándar (S) fue de 15.7 %, la cual expresa el grado de dispersión de los datos con un valor máximo (79.7 %) y un valor mínimo (14.3 %). La RFA aprovechado por el cacao es en promedio de  $620 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  que representa sólo el 38.9 % de la radiación total incidente. En el estrato bajo, el promedio de la fracción de sombreado o intercepción de la RFA es de 89.7 % con  $S=9.28$  %.

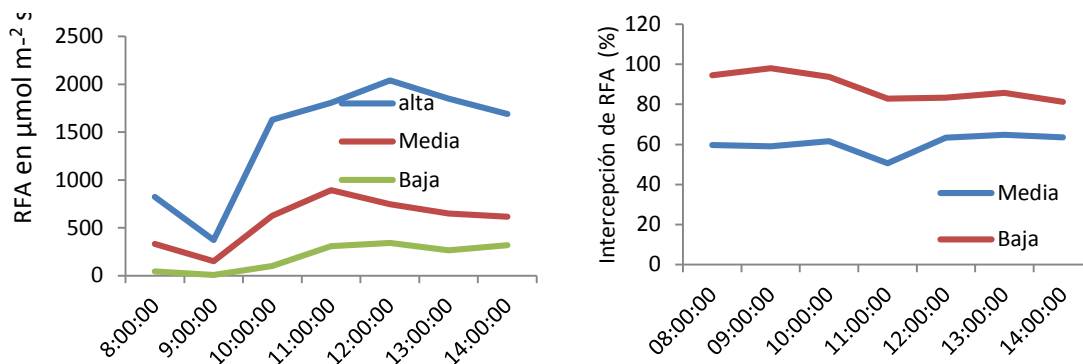


Figura 1. Variación de la RFA y la intercepción o fracción de sombreado en un día despejado (16 de julio de 2012) en el Campo Experimental Huimanguillo, Huimanguillo, Tabasco, México.

En la Figura 2 se presenta el efecto de RFA parte baja en la fracción del sombreado de las plantaciones de cacao, se puede observar que tiene una tendencia logarítmica negativa con un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) igual que 0.65. El modelo explica la relación de la RFA de la parte baja en el comportamiento de la fracción de sombreado de las plantaciones de cacao, a mayor radiación la fracción de sombreado tiende a disminuir por la intercepción de los árboles de sombra y cacao.

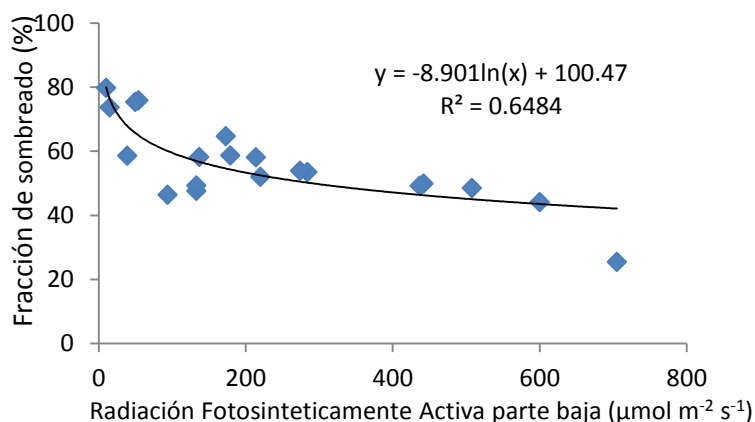


Figura 2. Efecto de la radiación fotosintéticamente activa de la parte baja en la fracción de sombreado de las plantaciones de cacao.

En la Figura 3 se observa la relación de la RFA de la parte media en la fracción del sombreado de las plantaciones, también es notorio que tiene una tendencia negativa logarítmica con un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) igual que 0.65. Esto significa que el modelo explica de manera adecuada el efecto de la RFA de la parte media en el comportamiento de la fracción de

sombreado de las plantaciones de cacao, la fracción de sombreado es mucho menor que en la parte baja, comportamiento similar al estrato de la parte baja, donde el porcentaje de sombra tiende a disminuir logarítmicamente al aumentar la RFA.

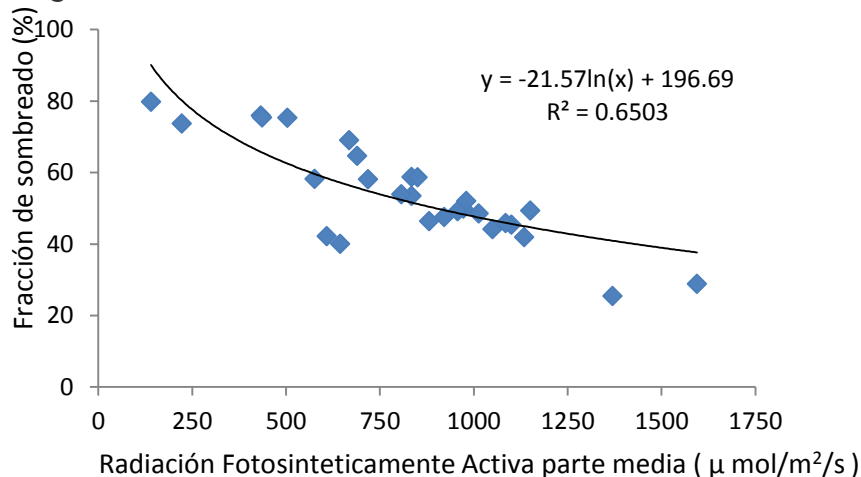


Figura 3. Efecto de la radiación fotosintéticamente activa de la parte media en la fracción de sombreado de las plantaciones de cacao.

## CONCLUSIONES

El porcentaje de sombreado presente en las plantaciones de cacao a partir de la RFA medida fue en promedio de 50.9 % en el estrato medio y de 89.7 % en el estrato bajo. El nivel de sombreado depende de las especies y el manejo de las podas que el productor práctica en los árboles de sombra y en el cacao.

La radiación fotosintéticamente activa medidas en los estratos medio y bajo de las plantaciones de cacao tiene un efecto negativo logarítmico en la fracción de sombreado y es un indicador confiable para estimar el porcentaje de sombra en las plantaciones de cacao.

## LITERATURA CITADA

- Aceves, N. L.A. Rivera H.B., Arrieta, R. A., 2010. Estimación empírica de los coeficientes (a, b) de la ecuación de Angstrom-Prescott para calcular la radiación global mensual en el estado de Tabasco, México. *XXII Reunión Científica y Tecnológica Forestal y Agropecuaria de Tabasco'2010*. 28 y 29 de octubre de 2010. Villahermosa, Tabasco, México.
- Almeida, C. M.V.C. de, Willy, M., Sena-Gomes, A.R., Matos, P.G.G. de P. 2002. Sistemas agroflorestais como cacauero como alternativa sustentável para uso em áreas desmatadas, no estado de Rondônia, Brasil. *Agrotropica* 14(3):109-120.
- Almeida F. A. A., Valle R. R., 2007. Ecophysiology of the cacao tree. *Braz. J. Plant Physiology*, 19(4):425-448.
- Asare R., 2005. Cocoa agroforests in West Africa: a look at activities on preferred trees in the farming systems. The World Cocoa Foundation, the Sustainable Tree Crops Program for West and Central Africa. 89 p.
- Batista, L. 2009. Guía Técnica el Cultivo de Cacao en la República Dominicana. Santo Domingo, República Dominicana. CEDAF, 2009. 250 p.
- Dubón A., Sánchez J. A. 2013. FHIA'S Cacao and Agroforestry Program: The Economy of Tropical Broadleaf Species to Shade for Cacao trees. In: Artículo en extenso memoria *II Simposio Internacional en Producción Agroalimentaria y XXV Reunión Científica y Tecnológica Forestal y Agropecuaria de Tabasco'2013*. 5 y 6 de septiembre de 2013. Universidad Tecnológica de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México.



- Farfán V. F., Arias H. J. J., Riaño H. N. M. 2003. Desarrollo de una metodología para medir sombrero en sistemas agroforestales con café. Centro Nacional de Investigaciones de Café. Caldas, Colombia. (24) 1 p: 24-34.
- FHIA 2007. Uso de especies maderables tropicales latifoliadas como sombra del cacao. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. Programa de cacao y agroforestería. La Lima, Cortés, Honduras. 5 p.
- Guharay, F., Monterroso, D., Staver, C. 2001. El diseño y manejo de la sombra para la supresión de plagas en cafetales de América Central Agroforestería en las Américas 8(29):22-29.
- Haggar, J., Schibli C., Staver, C. 2001. ¿Cómo manejar árboles de sombra en cafetales? Agroforestería en las Américas 8(29):37-41.
- López. A. P. A., Delgado, N. V. H., Azpeitia, M. A., López, A. J. I., Jiménez, C. J.A., Flores, R. A., Fraire, S. L., Castañeda, C. R. 2005. El cacao en Tabasco manejo y producción. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Villahermosa, Tabasco, México.
- Motamayor J.C., Lachenaud P., da Silva e Mota J.W., Loo R., Kuhn D.N., et al., 2008. Geographic and Genetic Population Differentiation of the Amazonian Chocolate Tree (*Theobroma cacao* L). PLoS ONE 3(10): e3311. doi:10.1371/journal.pone.0003311
- Nadurille S. E., 2010. Cacao: Cadena de Valor de Costa Rica, Proyecto Cacao Centroamérica (PCC). IICA-CATIE, Costa Rica. 25 p.
- Paredes, A., M., Montero, P., O, R., 2004. "Manual del cultivo del cacao", Ministerio de Agricultura, Programa Para el Desarrollo de la Amazonia. Peru. 83 p.
- Santana, M., Cabala., 1987. Reciclaje de nutrientes en agroecosistemas de cacao (Nutrient recycling in the cacao agroecosystem). 10<sup>a</sup> International Cacao Research Conference. Santo Domingo, Dominican Republic. 17-23 may of 1987. 80 p.
- SAS Institute Inc. 2008. SAS/STAT® 9.2. User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Somarriba. E., Beer. J. 2010. Productivity of *Theobroma cacao* in agroforestry systems with timber or legume service shade trees, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 109-121 p.



## LINALOE, UNA ESPECIE CON IMPORTANCIA ECONÓMICA

<sup>1</sup>Fuentes-L. M. E.\*, Flores V. R., Suárez -P.E.E<sup>1</sup>., Carrillo A. N., Ordóñez P. C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INIFAP - C.E. San Martinito. Km. 56.5 Carr. Fral. México-Puebla, C.P. 77100, Santa Rita Tlahuapan, Puebla.

T-25

### RESUMEN

El estudio consistió en identificar y atender las tecnologías empleadas en los procesos de elaboración y comercialización de las artesanías de Linaloe. Se realizaron visitas *in situ* aplicando entrevistas a los principales agentes de producción: carpinteros, artesanos y consumidores. Se describieron los procesos de transformación y se emitieron recomendaciones de mejoras en la tecnología tradicional para optimizar los recursos disponibles, abatir costos e incrementar calidad del producto. En el análisis se incluyeron aspectos técnicos, sociales, y económicos como factores limitantes de la producción artesanal.

Se identificó como factor principal en el proceso productivo, el desabasto de materia prima, lo que se atribuyó a la falta de conocimiento tecnológico, de una cultura ambiental y de planes de manejo de la especie. Técnicamente se detecta que el 100 % de los carpinteros que elaboran las cajitas con madera de linaloe utilizan herramientas rudimentarias de bajo nivel tecnológico, esto ha originado cortes de la madera para ensamble de poca precisión y un coeficiente de aprovechamiento bajo.

Se dan recomendaciones del ángulo de corte de las cuchillas apropiado al tipo de madera y el número de marcas de cuchilla por centímetro necesario para obtener la mejor calidad de superficie trabajada en el cepillado de la madera. Se seleccionaron las características adecuadas de la sierra circular para obtener la mejor calidad de corte y se proponen dos tipos de preservadores para prolongar al 100% la vida de servicio de las cajitas de lináloe.

**Palabras clave:** *Bursera linaloe*, cajitas aromáticas, artesanías.

### INTRODUCCIÓN

En México existen 82 especies del género *Bursera*, una de ellas, el linaloe (*Bursera linaloe*). Habita en las selvas bajas tropicales de la Cuenca del río Balsas en Colima, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Guerrero y Morelos (Rzedowski y Calderón, 2004). El linaloe es una especie asociada al manejo tradicional de la economía campesina e indígena de la Región Mixteca, tiene importancia histórica, cultural y económica. Las comunidades indígenas se han beneficiado de los productos de su madera y de sus derivados durante décadas, no obstante, es un recurso forestal fuertemente explotado, sin regulación y del cual no se visualizan iniciativas productivas exitosas. La artesanía y la destilación de esencias han sido los usos principales de la madera de linaloe y representan la principal fuente de ingresos en el sostén familiar de los artesanos, llegando hasta 55 % al 60 % del ingreso mensual (Hersch *et al*, 2004). La actividad involucra aproximadamente a 600 familias quienes distribuyen sus productos en un mercado local, regional y nacional. No obstante, en el proceso de elaboración de las artesanías, utilizan herramientas rudimentarias y tecnologías inapropiadas que les reduce el margen de utilidades y la calidad del producto (Juárez y Aguirre, 1997).

Las artesanías de linaloe, son elaboradas con secciones de madera necrótica (conocida como “jaspe”) que les imprimen un contraste en su coloración, intensifican el aroma e incrementan su valor comercial identificándola como artesanía original. Dadas las características del sistema de producción de linaloe, es necesario abordarlo interdisciplinariamente y hacer llegar a los



campesinos los beneficios generados mediante la transferencia de tecnología. Los procesos tecnológicos empleados en la manufactura de las cajitas son rudimentarios y laboriosos, esto repercute en la baja calidad de acabado. A su vez, es una limitación para crecer y desarrollarse en un mercado competitivo y mejorar la calidad de vida de los actores que intervienen en el proceso de producción.

El objetivo del presente estudio fue contribuir a mejorar las técnicas de procesamiento empleadas para reducir costos de producción en las artesanías elaboradas con madera de linaloe.

### **MATERIALES Y MÉTODO**

Se aplicaron entrevistas estructuradas a los carpinteros, artesanos y consumidores que integran la cadena productiva, distribuyéndose en la siguiente proporción: 75 % a los artesanos y carpinteros y 25 % a consumidores. Para evaluar el proceso de manufactura de las cajitas, se tomó una muestra aleatoria de 200 piezas de diferentes medidas, 100 fabricadas con madera de linaloe sin laqueado y 100 piezas de cajitas laqueadas. Se describió el origen de la madera, formas de comercialización, transformación, las técnicas empleadas y sus costos de producción. En los cuestionarios como en el análisis se abordaron aspectos técnicos, sociales, y económicos como factores limitantes de producción de las artesanías.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Como factor principal del proceso productivo, se detectó un marcado desabasto de materia prima, lo que se atribuyó a la falta de planes de manejo de la especie y falta de una cultura ambiental. Pero más grave es que el 50 % de los comercializadores de la madera en rollo, no son los propietarios del recurso. Se identificaron tres principales procesos en la transformación de la madera de lináloe, mismos que se abordaron realizando pruebas para mejorar la tecnología tradicional.



Figura 1. Corte del arbolado de linaloe con machete y vista de la madera jaspeada.

La variabilidad de la madera influye de manera importante en los procesos industriales y en su utilización. Desde el punto de vista técnico y económico, el conocimiento de las características tecnológicas de la madera es determinante para definir sus usos óptimos. (Moreno y Martínez, 1984; Vázquez y Zavala, 2001; Flores *et al.*, 2002, Flores *et al.*, 2007). Bajo esta consideración, se atendieron las tecnologías de procesos que se describen.

#### **Cepillado de la madera de linaloe**

La madera utilizada en la elaboración de artesanías presenta variaciones en grueso y marcas de corte de la sierra. La forma tradicional en que realiza el cepillado no permite eliminar los defectos señalados, mostrando alto grado de aspereza en la superficie, por la presencia de grano astillado y apelusamiento, obligando a realizar un mayor trabajo de lijado. En este sentido

se realizaron pruebas para innovar el proceso de cepillado que eliminara o minimizara los defectos señalados y obtener alto grado de tersura en la superficie de la madera.

En la innovación se explicó el manejo de las variables: ángulo de corte de las cuchillas apropiado al tipo de madera y el número de marcas de cuchilla por centímetro necesario para obtener la mejor calidad de superficie trabajada (Figura 2).



Figura 2. El cepillado de linaloe con las cuchillas apropiadas.

### Corte de la madera con sierras circulares

Técnicamente el 100 % de los carpinteros utilizan herramientas rudimentarias de bajo nivel tecnológico, esto ocasiona que se obtengan cortes de poca precisión y un coeficiente de aprovechamiento menor al que se podría obtener con un equipo moderno o de mejores condiciones de trabajo. Se recomienda el uso de sierras circulares fabricadas con dientes recubiertos de carburo de tungsteno, con ranuras de enfriamiento y de expansión para reducir la pérdida de tensión de las mismas (Figura 3), el número de elementos de corte deberá permitir que al trabajar la pieza, que al menos tres de ellos corten a la vez, además de combinar la velocidad de alimentación con la velocidad de corte, con ello se obtiene un espesor de viruta no mayor a dos décimas de milímetro, lo cual genera los siguientes beneficios: Incrementa hasta en veinte veces la vida útil del filo de los dientes de la sierra, se logra un mejor equilibrio dinámico, se minimizan las deformaciones térmicas de la misma, aumenta la calidad de corte de la madera, disminuye la presencia de defectos como el astillamiento y el apelmusamiento, reduce la variación de corte y consecuentemente incrementa el rendimiento de la madera, reduce el trabajo de lijado y se mejora el ensamblado de las piezas requeridas en la fabricación de las artesanías.



Figura 3. Sierra circular recomendable para el corte de la madera de linaloe.

### Control de la polilla en madera de linaloe

La madera de linaloe es altamente susceptible al ataque de insectos (termitas, polilla) cuando se trabaja a contenidos de humedad menores al 20 %. Con la aplicación por brocheo a dos manos de preservadores comerciales como: River y Pentaprisa, se logra prevenir o detener el daño en la madera infestada. Los Beneficios de aplicar estos productos son: a) prolongar la vida de servicio de la madera tratada, b) no se tienen reacciones negativas con el recubrimiento de lacas y c) la calidad de los acabados no se ve afectada, además que son productos que no presentan los efectos cancerígenos del pentaclorofenol, con lo que se protege la salud de quienes aplican de manera tradicional estos productos, como se ilustra en la Figura 4.



Figura 4. Pieza apolillada y uso de productos con pentaclorofenol en el tratamiento de la madera de linaloe.

### CONCLUSIONES

El uso de sierras y cuchillas apropiadas para el corte y cepillado de la madera ha incrementado hasta en 30% la calidad del corte y hasta en 100% la calidad de cepillado de la madera de lináloe. El uso de productos preservadores incrementa en 100% la vida de servicio de la madera de lináloe. Se recomienda buscar financiamiento para modernizar el equipo y herramientas, para lograr mayor precisión y calidad.

### LITERATURA CITADA

- Flores V., R., M. E. Fuentes L. y J. Quintanar O. 2002. Maquinado de dos especies de encino (*Quercus affinis* y *Q. crassifolia*) del estado de Guanajuato. *Ciencia Forestal en México* 27(91): 55-65.
- Flores V., R., J. V. Rangel P., J. Quintanar O., M. E. Fuentes L. y L. Vázquez S. 2007. Calidad de maquinado de la madera de *Quercus affinis* y *Quercus laurina*. *Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 13(1): 41-46.
- Hersch M., P.; Glass R., y Fierro, A., A. 2004. El linaloe [*Bursera aloexylon* (Schiede) Engl.]: una madera aromática entre la tradición y la presión económica. En *Productos Forestales, Medios de Subsistencia y Conservación. Estudios de caso sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables*. Editores Alexaidés y P. Shanley. CIFOR Cap. 22-3):439-462.
- Juárez G., J. y Aguirre V., J. 1997. El futuro de las artesanías de Olinalá, Guerrero. Reunión de reflexión y diseño sobre el futuro de las artesanías de Olinalá. UAM-Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México. 7p.
- Moreno Z., F. y J. F. Martínez C. 1984. Estudio de trabajabilidad de cuatro especies de maderas mexicanas. Tesis profesional. Departamento de Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 58 p.
- Rzedowski, J. y G. Calderón D. 2004. -“Copales y Cuajiotés” En *Biodiversidad de Oaxaca*. México, D.F. Pp. 193-198.
- Vázquez R., y D. Zavala Z. 2001. Determinación de las características de maquinado de la madera de 34 especies tropicales. *Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 7(2): 169-183.



## GUÍA PARA EL MANEJO DE LA DENSIDAD MEDIANTE PRESCRIPCIÓN DE ACLAREOS EN PLANTACIONES COMERCIALES DE TECA

Tamarit U. J. C.\*1, De los Santos P. H. M.2

\*1INIFAP CIRGOC Campo Experimental San Martinito. Km. 56.5 Carretera Federal México-Puebla. San Martinito, Tlahuapan, Puebla C.P. 74100 Correo-e: tamarit.juan@inifap.gob.mx. 2Programa Forestal, Colegio de Postgraduados. km 36.5 Carretera México-Texcoco. 56230. Montecillo, Texcoco, Estado de México.

T-54

### RESUMEN

Con base en el índice de densidad de rodal de Reineke se desarrolló una guía para manejar la densidad (número de árboles por hectárea) mediante la prescripción de aclareos en plantaciones comerciales de *Tectona grandis* L. f. (Teca) establecidas en el Valle de Edzná de Campeche, México. Para manejar la densidad, se plantea aplicar tres y dos aclareos para las densidades de plantación inicial de 1,250 y 816 plantas/hectárea respectivamente. En ambos casos es posible obtener una densidad final de 200 árboles/hectárea con un diámetro cuadrático promedio de 39 cm en la cosecha final que corresponde a un turno planeado a 20 años. La guía es una herramienta silvícola que contribuye a la aplicación de mejores prácticas silvícolas mediante un adecuado manejo de la densidad a través de aclareos y a optimizar el turno comercial de estas plantaciones.

**Palabras clave:** *Tectona grandis*, índice de densidad, tamaño-densidad, aclareos.

### INTRODUCCIÓN

La Teca (*Tectona grandis* L. f.) es una especie arbórea decidua perteneciente a la familia Verbenaceae originaria de India, Birmania, Tailandia, Java e Indonesia, en estado adulto el árbol es recto y alcanza dimensiones de hasta 30 m de altura y 80 cm de diámetro. Por su rápido crecimiento y el alto valor económico de su madera se ha introducido en zonas tropicales de 60 países en forma de plantaciones forestales comerciales (PFC). A nivel mundial para el año 2004 se reporta una superficie de alrededor de 6 millones de hectáreas que representa el 24 % de su área de su distribución natural, el 3 % de la superficie mundial plantada con Teca se ubica en América tropical (Prasad y Vanlalremkimi, 2008). En México, oficialmente se reportan hasta el año 2012 que Teca alcanzó una superficie plantada de 18,000 hectáreas, ocupando el quinto lugar en importancia y manteniendo una tendencia creciente (CONAFOR, 2012). La madera de esta especie tienen excelentes propiedades tecnológicas tales como alta estabilidad dimensional, alta durabilidad natural y resistencia al biodeterioro; su color, veteado y textura la hacen altamente decorativa, es fácil de trabajar y se usa en la elaboración de una amplia gama de productos para exteriores e interiores (Tamarit y López, 2007). Por sus excelentes características tanto de crecimiento como de su madera tiene alta demanda en el mercado internacional. La mayoría de las PFC de Teca establecidas desde el año 2000 a la fecha se encuentran en etapa de pleno desarrollo, sin ser aún cosechadas para su aprovechamiento comercial. Esta situación demanda con urgencia la generación de herramientas de silvicultura cuantitativa que faciliten su manejo técnico, deben ser desarrolladas a partir de las condiciones edáficas, climáticas y silvícolas particulares de la región en que son establecidas, más aún cuando la superficie de PFC con esta especie va en aumento.

La dinámica, desarrollo, grado de competencia y productividad potencial de un rodal se puede estudiar a partir de la relación definida entre la densidad (número de árboles) y su tamaño promedio. Es de particular interés conocer el grado de ocupación de un sitio y determinar el momento en que empieza el autoaclareo como resultado de la mortalidad por competencia extrema, en donde un incremento del tamaño promedio está asociado con una disminución



progresiva de la densidad (Comeau et al., 2010). En esta relación, el tamaño promedio puede expresarse en términos del diámetro cuadrático medio ( $D_q$ ) calculado como  $D_q = \sqrt{(40000/\pi)(AB/N)}$ , donde AB es el área basal/ha y N el número de árboles/ha. Así, la relación queda definida por la función  $N=\alpha D_q^\beta$ , donde  $\alpha$  y  $\beta$  son parámetros a estimar que corresponde al intercepto y la pendiente de la línea de autoaclareo.

Al predefinir un valor para el diámetro cuadrático de referencia ( $D_r$ ), se llega a la expresión general del índice de densidad de rodal (IDR) de Reineke, como una medida de la densidad relativa y de la ocupación del sitio, el cual se define como el número de árboles por hectárea para un diámetro cuadrático medio de referencia dado, que Reineke (1933) lo fijó en un valor de 25 cm. Este índice expresa la relación entre el tamaño de los árboles y la densidad del rodal, se indica por la función  $IDR=N(D_q/D_r)^\beta$ , donde  $\beta$ , cuando se desconoce, puede tomar el valor teórico constante de 1.605 para cualquier especie. El índice representa tanto la condición límite de sobrevivencia como la trayectoria de autoaclareo de rodales individuales y tiene la ventaja de ser independiente de la calidad de sitio y de la edad del rodal.

La densidad relativa definida como la razón entre la densidad actual de la masa y la densidad máxima definida por la línea de máxima densidad para un tamaño medio del árbol, para el caso del IDR se expresa con respecto a un  $D_q$  prefijado. En términos prácticos, el índice constituye una herramienta silvícola cuantitativa de utilidad para el administrador forestal que le permite diagnosticar el estado de una plantación con el propósito de manejar la densidad mediante la prescripción de aclareos en tiempo e intensidad de acuerdo al producto predefinido a obtener (Arias, 2004). La herramienta operativa que se genera a partir del IDR, es un diagrama o guía para el manejo de la densidad (DMD) del rodal, que precisamente da lugar a un método que permite comparar, evaluar y decidir de manera fácil y rápida diferentes regímenes alternativos de aclareos para su implementación en el manejo de la plantación.

### Objetivo

Generar una guía para el manejo de la densidad con base en el índice de densidad de rodal de Reineke que permita prescribir regímenes de aclareos en plantaciones comerciales de Teca establecidas en el Valle de Edzná de Campeche, México.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó información dasométrica integrada en una base de datos conformada por mediciones repetidas de parcelas permanentes sobre la edad (E), altura total (H), diámetro normal (DN) y densidad (N) en plantaciones forestales comerciales de Teca establecidas en el Valle de Edzná en Campeche, México. Las PFC analizadas fueron establecidas con la misma fuente de semilla y con técnicas similares tanto de preparación del sitio de plantación, método de plantación como de técnicas de manejo silvícola. Las densidades iniciales de plantación fueron de 1,250 y 816 plantas/hectárea, con espaciamientos de 4 x 2 y 3.5 x 3.5 m respectivamente. Las parcelas se establecieron cubriendo la totalidad de las condiciones de la plantación en términos de edad, densidad y calidad de sitio. La superficie de las parcelas fue de 800 y 1,225 m<sup>2</sup> para el menor y mayor espaciamiento respectivamente, abarcando 100 árboles por parcela. Las mediciones se efectuaron anualmente a partir del primer año del establecimiento de la plantación. Se tuvieron mediciones repetidas para las diferentes parcelas en un rango de edad de 1 a 8 años.

A partir de las variables dasométricas básicas, se estimó a nivel de hectárea el número total de árboles o densidad (N), el área basal (AB) y el diámetro cuadrático ( $D_q$ ). El diagrama para el manejo de la densidad con base en el IDR de Reineke que utiliza el número de árboles (N) contra el diámetro cuadrático medio ( $D_q$ ) sobre un gráfico en escala logarítmica, se construyó seleccionando exclusivamente aquellas observaciones que se encontraban con la más alta densidad. Se reunieron 127 pares de observaciones tamaño-densidad para el ajuste de la función

definida por Reineke (1933) como  $N=\alpha Dq^{-\beta}$ , con la cual se definió la línea de máxima densidad (o línea de autoaclareo).

El IDR se calculó usando la expresión  $IDR=N(Dr/Dq)^{\beta}$ , fijándose un valor de 15 cm para el diámetro cuadrático de referencia (Dr) que correspondió al promedio del Dq observado en las parcelas de alta densidad. El IDR de referencia que corresponde al número máximo de árboles que conforman un rodal sin autoaclareo que una hectárea puede soportar y que equivale al 100% del IDR, se estimó sustituyendo Dq por Dr=15 en la función tamaño-densidad. El número de árboles para un IDR dado se estimó mediante la expresión  $N=IDR(Dq/Dr)^{-\beta}$ . Tomando como base la línea de máxima densidad y con base en Arias (2004), se estimó y definió el equivalente a las cuatro diferentes zonas de crecimiento de Langsaeter, que conforman “fajas” de densidades relativas sobre las cuales se gestiona el manejo y crecimiento del rodal con miras a cumplir el objetivo de producción de la PFC.

La función tamaño-densidad se ajustó usando el método de mínimos cuadrados ordinarios mediante el procedimiento MODEL del paquete estadístico SAS/ETS® (Statistical Analysis System Institute Inc., 2008). La línea de máxima densidad se determinó desplazando en forma paralela la línea promedio que se genera del ajuste de la función tamaño-densidad hacia las observaciones de más alta densidad, para ello se mantuvo fijo el valor de la pendiente y se modificó exclusivamente el intercepto. Con el DMD generado, se desarrolló un programa de aclareos para las densidades de plantación inicial de 1,250 y 816 pl/ha en términos de árboles removidos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado del ajuste de la función tamaño-densidad se presenta en el Cuadro 1. El parámetro  $\beta$  que corresponde a la pendiente de la línea de máxima densidad, aunque es menor al valor teórico de 1.605 sugerido por Reineke (1933), está incluido en el intervalo de confianza estimado al 95 %. La función final resultante del ajuste y desplazamiento de la línea promedio queda expresada como  $N=60000Dq^{-1.5348}$ , la cual se usó para delimitar la línea de máxima densidad. Los resultados indican que el crecimiento de las PFC de Teca en el sureste de México es diferente en comparación con las de otras regiones tropicales, el valor de la pendiente del modelo de Reineke determinado en este estudio de -1.5348 es diferente al valor teórico de -1.605 reportado por Reineke (1933). También es diferente al determinado por Arias (2004) de -1.7126 para plantaciones de Teca en Costa Rica.

Cuadro 1. Parámetros y estadísticos de ajuste de la función tamaño-densidad para generar el IDR.

SCE	CME	R <sup>2</sup>	Parámetros estimados	Límite inferior	Límite superior	Error estándar	Significancia
753309	6026.5	0.8359	$\alpha=45841.47$	33731.3	62264.7	7129.2	<.0001
			$\beta=1.534760$	1.4204	1.6491	0.0583	<.0001

Lo anterior evidentemente da lugar a que tanto la línea de máxima densidad como el IDR máximo sean diferentes. Al respecto, Comeau et al. (2010) indica que tales diferencias para una misma especie pero establecida en regiones diferentes, puede explicarse en parte al efecto de factores medioambientales y otros relativos al material genético, a las prácticas de manejo silvícola y al origen de la masa. Por su parte, Zeide (2005) señala que el valor del parámetro que define la tasa de mortalidad tiende a cambiar con el tamaño del árbol y la edad, siendo mayor para rodales viejos con grandes diámetros y menor para rodales jóvenes con diámetros menores. En el caso de Teca, se considera que adicionalmente a los factores indicados, el hecho



de que sea una especie intolerante a la sombra, a la competencia y que provenga de plantaciones, explica que el IDR máximo sea de tan solo 940 árboles/ha (para un  $Dq$  de referencia de 15 cm), comparativamente es menor al determinado por Arias (2004) y por Pérez y Kanninen (2005) de 1,053 y 1,049 árboles/ha respectivamente.

Considerando que el manejo de la densidad es el medio más eficiente de que dispone el silvicultor para alcanzar el objetivo de una PFC y bajo el supuesto de que la densidad de plantación inicial es el punto de partida para prescribir un régimen de aclareos y que después de practicar un aclareo no existe mortalidad debida a competencia, manteniéndose constante la densidad hasta un siguiente aclareo, se usó el DMD para generar un programa de aclareos para las densidades de plantación inicial de 1,250 y 816 plantas/ha (Figura 1, Cuadro 2). Definida la línea de máxima densidad y las cuatro zonas de crecimiento, se asume que para cualquier densidad, existe un tamaño máximo promedio en  $Dq$  que puede ser alcanzado, por lo que antes de que se llegue a la línea de mortalidad inminente, se práctica un primer aclareo procurando que la densidad residual se ubique en el límite inferior de la zona de crecimiento 3 que corresponde al 35% con respecto a la línea de máxima densidad. A partir de ese punto, se deja crecer la masa hasta que nuevamente su crecimiento en  $Dq$  se ubique en la vecindad de la línea de autoaclareo y se practica un segundo aclareo. Bajo los mismos criterios pueden aplicarse aclareos subsecuentes hasta alcanzar el crecimiento máximo posible en  $Dq$  y lograr la densidad óptima deseada. Para maximizar la producción, la densidad de la masa debe mantenerse durante la mayor parte del turno entre la zona 3 y el comienzo de la zona 4. También con el DMD es posible prescribir un programa de aclareo para una determinada área plantada con cierta edad de establecida, para lo cual mediante sitios de inventario se determina su densidad y su  $Dq$  a nivel de hectárea, procediéndose a determinar el IDR en que se encuentra la masa en cuestión; posteriormente, conforme a los criterios antes señalados se analizan diferentes regímenes alternativos de manejo de la densidad y finalmente se define el más apropiado con base en los objetivos de la plantación.

El número de aclareos e intensidad sugeridos para la densidad de 1,250 pl/ha es similar a algunos escenarios diseñados por Pérez y Kanninen (2005) para Teca plantada en Costa Rica con densidad de 1,111 pl/ha y edad de rotación de 20 años que es aproximada al turno de cosecha planeado a 19 años. Los dos aclareos que se sugieren para la densidad de 816 pl/ha va en concordancia con lo diseñado por Ladrach (2009) quien sugiere el mismo número de aclareos con intensidades del 45% partiendo de una densidad inicial de 990 pl/ha y dejando para la cosecha final 250 árboles/ha, indica que para turnos cortos de entre 20 y 25 años que se manejan para Teca en América tropical, el hecho de practicar dos aclareos a edades tempranas parece ser suficiente para producir materia prima para la industria del aserrío. La frecuencia e intensidad de los aclareos debe ser un compromiso entre la parte silvícola que garantice la obtención de árboles con las dimensiones y calidad requerida de acuerdo al uso industrial en el mínimo tiempo posible y la parte financiera que implique la más baja inversión para el logro del objetivo de la plantación.

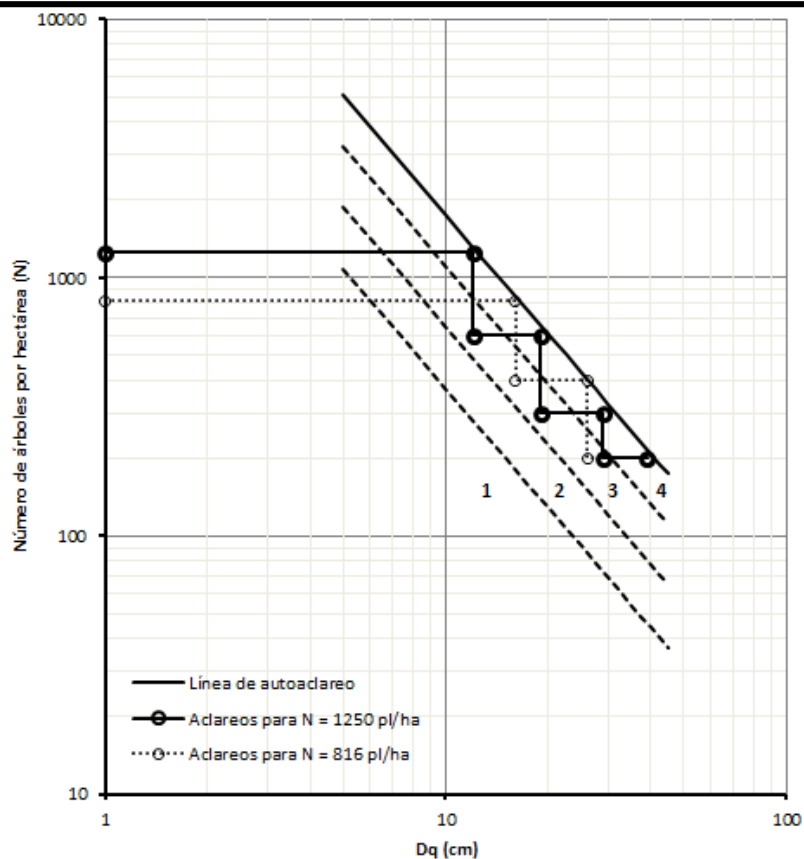


Figura 1. Programas de aclareo para las densidades de plantación inicial de 1,250 y 816 plantas/ha.

Puesto que el objetivo de una PFC de Teca es maximizar el crecimiento e incremento en volumen a nivel de árbol individual para producir madera para aserrío, se debe procurar mantener la densidad en el intervalo de densidad relativa indicado en la Figura 1 referido mediante la aplicación de aclareos, lo que de acuerdo con Pérez y Kanninen (2005) lleva a estimar un volumen inferior por unidad de superficie pero con árboles de mayores diámetros y mejor conformados a edades más jóvenes, lo que conlleva a incrementar su valor.

Cuadro 3. Programa de aclareos por densidad inicial en términos N/ha, Dq/ha.

Densidad de plantación	N	Dq	N/ha extraídos	N/ha Remanentes	Intensidad de Aclareo (%)
1,250 pl/ha	1250	1			
	1250	12			
	600	12	650	600	52
	600	19			
	300	19	300	300	50
	300	29			
	200	29	100	200	33
	200	39			
816 pl/ha	816	1			
	816	16			
	400	16	416	400	51
	400	26			
	200	26	200	200	50
	200	39			





Ladrach (2009), resalta la necesidad, importancia y ventajas que tiene el hecho de realizar el primer aclareo en tiempo e intensidad apropiado, aún a pesar de que las dimensiones del producto que arroja el primer aclareo no son comerciales; debe pensarse que el costo adicional por realizarlo, es en realidad una inversión cuyo retorno y ganancia se reflejará en la cosecha final. La literatura especializada indica que el último aclareo bajo un turno de rotación entre 20 a 25 años debe realizarse entre los 10 y 12 años, debe practicarse de manera selectiva, con mucho mayor cuidado y conocimiento técnico. Esta condición permite al arbolado aprovechar el espacio adicional y tener una respuesta favorable en su crecimiento, al mismo tiempo que se le da el tiempo suficiente para recuperar el área basal que previamente fue extraída y acumular volumen. En el manejo de la densidad, debe tenerse presente que a menor calidad de sitio, mayor tiempo le tomará a un rodal alcanzar la línea de autoaclareo.

## CONCLUSIONES

El diagrama o guía para el manejo de la densidad desarrollado con base en el índice de densidad de rodal de Reineke para plantaciones forestales comerciales de Teca en el Valle de Edzná de Campeche, México, es una herramienta silvícola cuantitativa de aplicación técnica y operativa inmediata que permite determinar la necesidad o no de aplicar un aclareo. Conocidos el diámetro cuadrático promedio y la densidad promedio de un determinado lote de manejo en una PFC, puede prescribirse un programa de aclareos e intensidad de éste en términos del número de árboles por hectárea a remover. Lo anterior contribuye a lograr la aplicación de mejores prácticas silvícolas mediante un adecuado manejo de la densidad a través de aclareos y a optimizar el turno comercial de estas plantaciones.

## LITERATURA CITADA

- Arias A., D. 2004. Validación del índice de densidad del rodal para el manejo de plantaciones forestales de *Tectona grandis* L. f. en el trópico. Kurú: Revista Forestal 1: 1-7.
- Comeau, P. G., M. White, G. Kerr, and S. E. Hale. 2010. Maximum density-size relationships for Sitka spruce and coastal Douglas-fir in Britain and Canada. *Forestry* 83: 461-468.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2012. Programa de Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales, a 15 Años de su Creación. Zapopan, Jalisco, México. 152 p.
- Ladrach W. 2009. Alternativas para el raleo de plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.) Kurú: Revista Forestal 6: 1-10.
- Pérez D. and M. Kanninen. 2005. Stand growth scenarios for *Tectona grandis* plantations in Costa Rica. *Forest Ecol. Manag.* 210: 425-441.
- Prasad, K. V., and L. J. Vanlalremkimi. 2008. Growing stock variation in different teak (*Tectona grandis*) forest stands of Mizoram, India. *Journal of Forestry Research* 19(3): 204-208.
- Reineke, L. H. 1933. Perfecting a stand-density index for even-aged forests. *Journal of Agricultural Research* 46: 627-638.
- SAS Institute Inc. 2008. SAS/STAT® 9.2 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Tamarit U., J. C. y J. L. López T. 2007. Xilotecología de los principales árboles tropicales de México. Libro Técnico No. 3. INIFAP-CIR Golfo Centro, Campo Experimental San Martinito. Tlhuapan, Pue. México. 264 p.
- Zeide, B. 2005. How to measure stand density. *Trees* 19: 1-14.



## REGIONALIZACIÓN DE ESPECIES UTILIZADAS EN PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES EN EL ESTADO DE CAMPECHE

Jiménez C. J. M.<sup>1\*</sup>, Hernández G. G.<sup>1</sup> y Maya M. A.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>INIFAP-CIRSE. Campo Experimental Edzná, Km. 15.5 Carretera Campeche-Pocuyaxum.  
Municipio de Campeche, Campeche, México. C.P. 24520 A.P. 341 Tel. (981) 81 39748.  
jimenez.juanmartin@inifap.gob.mx

T-59

### RESUMEN

El estudio determinó si en el estado de Campeche existen áreas que presenten las condiciones óptimas para el establecimiento de *Swietenia macrophylla* (Caoba), *Cedrela odorata* (Cedro), *Gmelina arborea* (Melina) y *Tectona grandis* (Teca) en plantaciones forestales comerciales bajo condiciones de temporal. Para lo que fue necesario caracterizar el medio físico y los factores naturales de la Entidad, así como la recopilación de información sobre los requerimientos agroecológicos de las especies bajo estudio, considerando las condiciones óptimas, subóptimas y no aptas. Para procesar y analizar la información se utilizó el *Software Arc Gis 9.3* que genera mapas vectoriales. Posteriormente, se procedió a realizar las intersecciones cartográficas para regionalizar y ubicar las zonas de alto y mediano potencial para su establecimiento. Se determinó que hay 187 mil ha de áreas abiertas al cultivo bajo condiciones de temporal con una potencialidad media para el Cedro; 2,489 ha de alto potencial y 305 mil ha de mediano para Melina; para Teca 2,485 ha de alto potencial, mientras que para Caoba 315 mil ha de mediano potencial. Una de las principales limitantes de desarrollo para todas las especies forestales evaluadas es la precipitación media anual y su distribución, ya que se tienen de 4 a 6 meses secos (menos de 100 mm). Por su parte, Melina y Caoba tienen la ventaja de tolerar inundaciones a diferencia de Teca y Cedro que requieren de suelos con buen drenaje. En el estado de Campeche es reducida la superficie de zonas de alto potencial para el cultivo de las plantaciones forestales comerciales y solo para Melina y Teca se determinaron estas áreas; para Cedro y Caoba se encontraron mayores superficies potenciales de mediano potencial. Es recomendable que las plantaciones forestales comerciales con estas especies se establezcan al sur del estado de Campeche, que es donde se encuentran los municipios con las mejores condiciones de suelo y clima para su desarrollo.

**Palabras clave:** Potencial productivo, Plantaciones forestales comerciales, Condiciones agroecológicas.

### INTRODUCCIÓN

En México existen, aproximadamente, 22 millones de hectáreas aptas para desarrollar plantaciones forestales comerciales, de las cuales se han definido 13.9 millones de ha como prioritarias con calidad de suelos y climas favorables para obtener un crecimiento rápido, mano de obra disponible y un mercado interno que demanda más materias primas forestales cada día. Sin embargo, se observa que de acuerdo al comportamiento histórico del apoyo y cumplimiento del Programa de Plantaciones en México (PRODEPLAN), desde 1997 se asignaron recursos para 10,543 proyectos y para el establecimiento de 822 mil ha, y que para junio de 2012 solo se habían establecido y verificado 224.3 mil ha distribuidas en 4,994 proyectos y en las que sobresalen los géneros *Cedrela*, *Swietenia*, *Eucalyptus*, *Tectona* y *Gmelina* (CONAFOR, 2012).

Una de las causas de este bajo aprovechamiento de la superficie apta para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales es que no se hace una selección adecuada de especies, lo cual es fundamental, ya que es importante que a la especie a plantar se le proporcionen las condiciones agroecológicas adecuadas para su óptimo crecimiento y de ellas las principales que



deben considerarse son tipo de suelo, clima, factores de riesgo ecológico y eventos extremos (precipitaciones excesivas, inundaciones, sequías, ciclones). Para que todo esto sea posible, es indispensable realizar un estudio previo de las condiciones naturales en las que se desarrollará la plantación, además de la planeación y distribución del área, a fin de asegurar el éxito y productividad de las mismas, bajo una adecuada selección de especies. Es por ello que en este trabajo se presenta la potencialidad del estado de Campeche para cada una de las especies bajo estudio.

### **Objetivo**

Determinar si en el estado de Campeche existen áreas que presenten las condiciones óptimas para el establecimiento de cedro, caoba, melina y teca en plantaciones forestales comerciales bajo condiciones de temporal.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para la determinación de los requerimientos agroecológicos de cada una de las especies se partió de la revisión de información ya publicada (FAO, 1993) donde se hayan considerados ciertos criterios para determinar las áreas potenciales para el cultivo de Caoba, Cedro, Melina y Teca establecidas en Plantaciones Forestales Comerciales (PFC) bajo condiciones de temporal.

Determinación de las zonas potenciales o regionalización. Para procesar y analizar la información se utilizó el *Software Arc Gis versión 9.3*; con él se representaron los datos georreferenciados, se analizaron las características y patrones de distribución de esos datos y se generaron informes con los resultados de dichos análisis. De tal forma que se obtuvieron mapas vectoriales, los que se van generando a través de intersecciones cartográficas entre polígonos y las clases de potencialidad son descritas y mantenidas en cada proceso de intersección, de esta manera el mapa final contempla la información de todas las variables que se interceptaron.

Finalmente se realizó la regionalización de las especies, clasificando las zonas potenciales en alto, mediano y no aptas. Las de alto potencial son aquellas en donde interaccionan todas las variables agroclimáticas en su condición óptima para que el cultivo se desarrolle en condiciones competitivas; las de mediano potencial son aquellas en donde alguna de las variables agroclimáticas presenta alguna condición subóptima para que el cultivo se desarrolle en condiciones competitivas y las zonas no aptas son aquellas áreas donde una o varias de las variables agroclimáticas presentaba una condición limitante para su desarrollo.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Con la información consultada de los requerimientos agroecológicos de cada una de las especies estudiadas se generó una ficha de datos con las variables favorables para su crecimiento óptimo, subóptimo y no apto entre las que se pueden mencionar las climáticas y edafológicas, que se presentan en los Cuadros 1, 2, 3 y 4.



**Cuadro 1. Requerimientos agroecológicos para *Swietenia macrophylla* (Caoba).**

Variable	Unidad	Rango Óptimo	Rango Subóptimo	Rango No Apto
Temperatura media Anual	°C	20-30	11-20 30-38	< de 11 > de 38
Altitud	msnm	0-500	500-1500	Mayor de 1500
Precipitación Media Anual	mm	2500 a 4000	De 1500 a 2500 De 4000 a 6000	< de 1500 > de 6000
Suelo	Tipo	Andosoles Fluvisoles Luvisoles Nitosoles	Cambisoles Regosol eútrico Kastañozems Gleysoles Vertisoles	Acrisoles Planosoles Leptosoles Solonchaks Regosol calcarico Histosoles
Textura del suelo	Tipo	Media	Media a Pesada	Muy ligera y Pesada
Profundidad del suelo	m	Mayor de 1	1 a 0.30	< de 0.30
pH del suelo	Nivel	6.5 a 7.5	6.0 a 6.5 7.5 a 8.5	< de 6.0 > de 8.5
Drenaje del suelo	Tipo	Bueno	Regular a Deficiente	Bueno y Deficiente
Latitud	°	18 a 23	17 a 18 23 a 24	Menor de 18 Mayor de 24
Ciclo del cultivo	Días	300 a 365	240 a 300	Menor de 240

**Cuadro 2. Requerimientos agroecológicos para *Cedrela odorata* (Cedro).**

Variable	Unidad	Rango Óptimo	Rango Subóptimo	Rango No Apto
Temperatura media Anual	°C	22-32	11-22 32-39	< de 11 > de 39
Altitud	msnm	0-500	500-1500	Mayor de 1500
Precipitación Media Anual	mm	1500 a 2500	De 1000 a 1500 De 2500 a 4000	< de 1000 > de 4000
Suelo	Tipo	Andosoles Fluvisoles Luvisoles Nitosoles	Cambisoles Regosol eútrico Leptosoles Kastañozems	Acrisoles Planosoles Gleysoles Histosoles Vertisoles Solonchaks Regosol calcarico
Textura del suelo	Tipo	Media	Ligera	Pesada y Muy ligera
Profundidad del suelo	m	Mayor de 1	1 a 0.20	< de 0.20
pH del suelo	Nivel	6 a 7.0	5.5 a 5.9 7.0 a 8.0	< de 5.5 > de 8.0
Drenaje del suelo	Tipo	Bueno	Bueno	Deficiente
Latitud	°	26 a 28	24 a 25 28 a 29	Menor de 24 Mayor de 29
Ciclo del cultivo	Días	300 a 365	240 a 300	Menor de 240



**Cuadro 3. Requerimientos agroecológicos para *Gmelina arborea* (Melina).**

Variable	Unidad	Rango Óptimo	Rango Subóptimo	Rango No Apto
Temperatura media Anual	°C	22-34	16-22 34-40	< de 16 > de 40
Altitud	msnm	0-1000	1000-1800	Mayor de 1800
Precipitación Media Anual	mm	1200 a 3000	De 800 a 1200 De 3000 a 4000	< de 1000 > de 4000
Suelo	Tipo	Andosoles Fluvisoles Luvisoles Nitosoles Acrisoles	Cambisoles Kastañozems Gleysoles Vertisoles	Planosoles Histosoles Solonchaks Regosol calcarico Regosol eútrico Leptosoles
Textura del suelo	Tipo	Media	Pesado	Pesada y Muy ligera
Profundidad del suelo	m	Mayor de 1	1 a 0.50	< de 0.50
pH del suelo	Nivel	5.0 a 6.0	4.0 a 5.0 6.0 a 7.5	< de 4.0 > de 7.5
Drenaje del suelo	Tipo	Bueno	Bueno a Deficiente	Deficiente
Latitud	°	5 a 30	4 a 5 30 a 31	Menor de 4 Mayor de 31
Ciclo del cultivo	Días	300 a 365	240 a 300	Menor de 240

**Cuadro 4. Requerimientos agroecológicos para *Tectona grandis* (Teca).**

Variable	Unidad	Rango Óptimo	Rango Subóptimo	Rango No Apto
Temperatura media Anual	°C	22-32	14-22 32-40	< de 14 > de 40
Altitud	msnm	0-500	500-1200	Mayor de 1200
Precipitación Media Anual	mm	1500 a 4000	De 1200 a 1500 De 4000 a 4500	< de 1200 > de 4000
Suelo	Tipo	Andosoles Fluvisoles Luvisoles Nitosoles	Cambisoles Kastañozems	Acrisoles Planosoles Leptosoles Gleysoles Histosoles Vertisoles Solonchaks Regosoles
Textura del suelo	Tipo	Media	Ligera	Pesada y Muy ligera
Profundidad del suelo	m	Mayor de 1.5	1.5 a 0.50	< de 0.50
pH del suelo	Nivel	6 a 7.5	5.0 a 5.9 7.5 a 8.5	< de 5.0 > de 8.5
Drenaje del suelo	Tipo	Bueno	Bueno	Deficiente
Latitud	°	10 a 25	9 a 10 25 a 26	Menor de 9 Mayor de 26
Ciclo del cultivo	Días	270 a 365	200 a 270	Menor de 200

Superficie actual y superficies potenciales de las especies bajo estudio. Se estimaron 187 mil ha de mediano potencial para las áreas abiertas al cultivo bajo condiciones de temporal para el caso de Cedro; mientras que para Melina fueron 2,489 ha de alto potencial y 305 mil ha de mediano potencial; para Teca solo se registró una superficie de 2,485 ha de alto potencial y para Caoba 315 mil ha de mediano potencial (Figura 1).

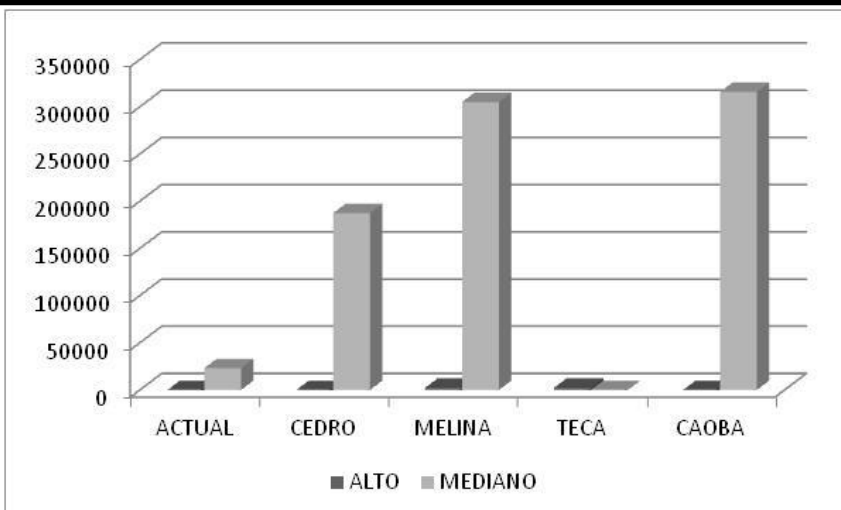


Figura 1. Superficie de Alto y Mediano Potencial para Cedro, Melina, Teca y Caoba en el Estado de Campeche.

Lo anterior muestra que en el estado de Campeche son limitadas las zonas de alto potencial para las PFC, siendo para las especies de Teca y Melina para las que se tiene una mayor superficie de esta potencialidad; mientras que para las especies de Cedro, Caoba y Melina se determinaron superficies mayores de mediano potencial (Figura 2).

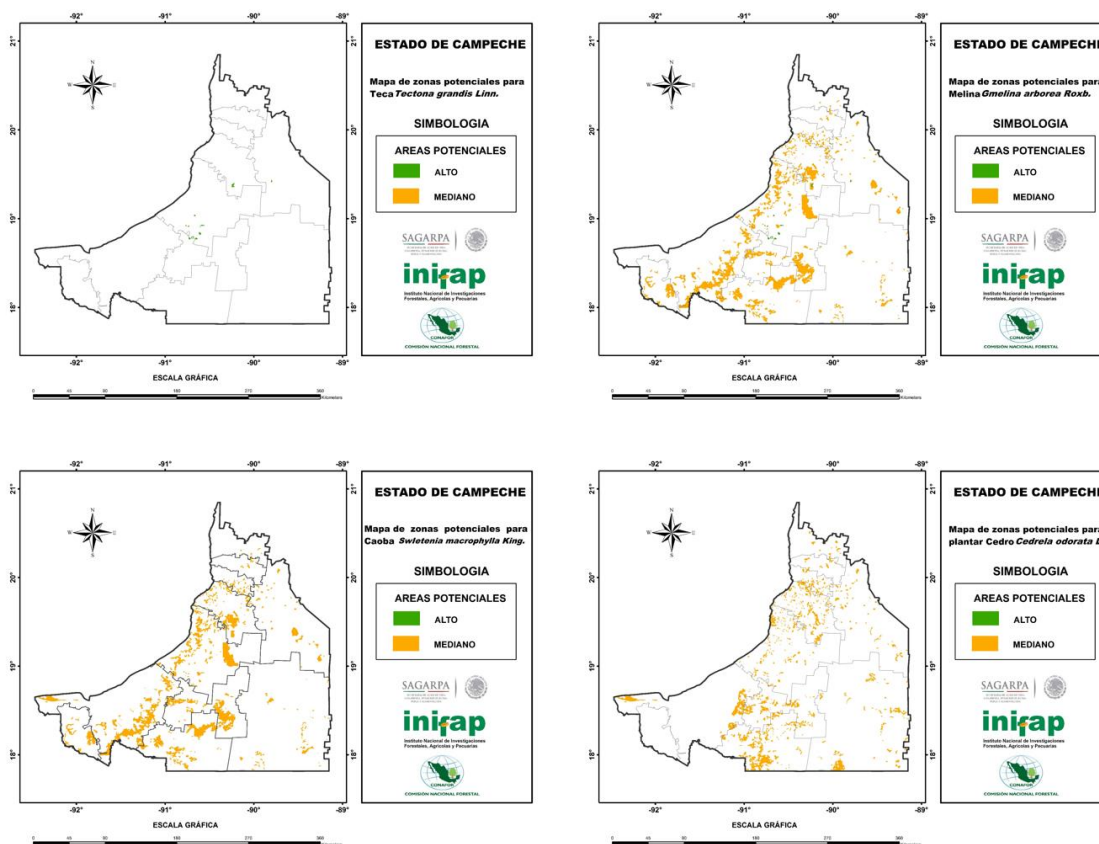


Figura 2. Distribución de las Zonas Potenciales para Teca, Melina, Caoba y Cedro en el Estado de Campeche.



Es importante indicar que para todas las especies forestales evaluadas en el estado de Campeche una de las principales limitantes es la precipitación media anual y sobre todo, la distribución temporal, ya que se tienen de 4 a 6 meses secos (menores de 100 mm) lo que limita su desarrollo. Melina y Caoba tienen la ventaja de tolerar inundaciones a diferencia de Teca y Cedro que requieren de suelos con buen drenaje. Los suelos de tipo Vertisol y Gleysol resultaron aptos para el crecimiento de Caoba y Melina, mientras que para Cedro y Teca son un elemento limitante por el drenaje deficiente de ellos.

### CONCLUSIONES

1. La principal limitante para el desarrollo de las especies es la cantidad y distribución temporal y espacial de la precipitación que se presenta en el estado de Campeche.
2. El mejor desarrollo de las especies forestales estudiadas se manifestó en suelos profundos, lo que implica competir con áreas agropecuarias para su reconversión productiva.
3. La Entidad presenta condiciones de altitud y temperaturas óptimas en prácticamente toda su superficie para el establecimiento de las especies estudiadas.
4. Para Cedro y Teca los suelos con problemas de drenaje. Como los Vertisoles y Gleysoles, son una limitante para su crecimiento.
5. Las zonas de mediano potencial en todas las especies estudiadas superan a la superficie actual que se tiene de plantaciones forestales comerciales.
6. Las plantaciones forestales comerciales en el estado de Campeche se deben de fomentar en los municipios del Sur de la entidad que es donde se presentan las mejores condiciones de clima y suelo para su desarrollo.
7. Los municipios de Candelaria, Escárcega, Carmen y Champotón son los municipios con mejores condiciones para las plantaciones forestales comerciales.

### LITERATURA CITADA

- CONAFOR. 2012. Programa de Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales, A 15 Años de su Creación. Aurelio M. Fierros González, Compilador y Editor Técnico. Colegio de Postgraduados. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco, México. 190 p.
- FAO, 1993. Ecocrop, Requerimientos ecológicos de las especies vegetales, base de datos. Roma, Italia.
- INIFAP-SARH, 1993. Determinación del Potencial Productivo de Especies Vegetales por Distrito de Desarrollo Rural en Campeche, SARH - INIFAP. Mérida, Yuc.
- Ramírez J, G. 1995. Áreas con Potencial para el Cultivo de Palma Aceitera en Campeche. INIFAP - Campo Experimental Edzná.
- Ruiz, C. J. A. *et al.* 1999. Requerimientos Agroecológicos de Cultivos. Libro Técnico No. 3. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. INIFAP. SAGAR. Guadalajara, Jalisco. México.



## INOCULACIÓN MICORRÍZICA Y USO DE VERMICOMPOSTA EN PLANTAS DE CAOBA (*Swietenia macrophylla* King) EN VIVERO

\*Hernández G.G.<sup>1</sup> Castillo A.C de la C.<sup>2</sup> Ferrera-R.C<sup>2</sup>, Cetina-A.VM<sup>2</sup>, Marín Q.M<sup>3</sup>

<sup>1</sup> INIFAP-CIRSE. Campo Experimental Edzná, Km. 15.5 Carretera Campeche-Pocuyaxum.

Municipio de Campeche, Campeche, México. C.P. 24520 A.P. 341 Tel. (981) 81 39748.

hernandez.gonzalo@inifap.gob.mx <sup>2</sup> Colegio de postgraduados Campus, Campeche Carretera Haltuchen-Edzná km 17.5 Sihochac, Champotón, Campeche, México. <sup>3</sup>Instituto Tecnológico de China, Calle 11 s/n Chiná, Campeche

T-60

### RESUMEN

En el año 2003, en el Campo Experimental el “Tormento” en Escárcega, Campeche, México se evaluó la respuesta conjunta de la inoculación de micorrizica y uso de vermicomposta en el crecimiento de caoba (*Swietenia macrophylla* King.) bajo un diseño experimental de bloques completos al zar en arreglo factorial factorial con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. El factor A-vermicomposta con cuatro niveles  $a_0$ = sin vermicomposta,  $a_1$ = 3.5 % de vermicomposta,  $a_2$ = 7.5 % de vermicomposta,  $a_3$ = 15 % de vermicomposta, y el factor B- hongo micorrízico, con dos niveles  $b_0$ = sin y  $b_1$ = con. Las variables de estudio fueron longitud del tallo, diámetro del tallo, acumulación de biomasa y porcentaje de colonización micorrízica. El registro de la información fue a los 30, 60,90, 120 y 150 días después del trasplante (ddt). La respuesta a la aplicación de hongo y uso de vermicomposta como sustrato en caoba mostró un 53.54 % de colonización, cuando se aplicó 10 g de ZAC-19 más 7.5 % de vermicomposta. La longitud de tallo mostró diferencias estadísticas significativas a partir los 90 ddt y se hizo notorio el efecto positivo de *Glumus sp.* ZAC-19 hasta los 150 ddt. El diámetro del tallo no presentó diferencias estadísticas significativas para los tratamientos evaluados. Respecto al número de hojas se observó in efecto de la interacción uso de vermicomposta inoculación micorrízica a los 150 ddt. Se presentó para peso seco de la planta un efecto positivo a la aplicación de 10 g de micorriza más 7.5 % de vermicomposta.

**Palabras claves:** Inoculación, micorriza, vermicomposta

### INTRODUCCIÓN

El desarrollo vegetal es promovido por cierto grupo de microorganismos rizósferos. En este grupo existen algunos específicos que establecen relaciones benéficas para el crecimiento y desarrollo de las plantas, como la micorriza arbuscular (MA) que puede colonizar del 90 al 95 % de las plantas conocidas actualmente; mientras que las ectomicorrizas (ECM) colonizan sólo el 5 %. Los viveros son los sitios de mayor importancia para la reproducción de plantas forestales. Sin embargo, el sustento de todo vivero radica en producir plantas de calidad. Para el crecimiento de las plantas el sustrato tiene una importancia relevante, por su contenido de nutrientes y características físicas y biológicas. Con base en lo anterior, debe considerar la elaboración de sustrato con mezclas de materiales en proporciones que permitan a las plantas crecer adecuadamente. Entre los materiales orgánicos que pueden utilizarse están los productos derivados del compostaje y vermicompostaje, cachaza, bonete de coco, etc. (Quiñones *et al.*, 1998, Aguas, 2000). Actualmente una de las biotecnologías factibles de utilizar en los procesos de producción de plantas en vivero, es la aplicación de hongos micorrízicos arbusculares, (Alarcón, 1993., Alarcón, 1997a.; Alarcón, 1997b., Alarcón 1998, Ferrera-Cerrato y Alarcón, 1998). Los hongos micorrízicos pueden colonizar y potencialmente favorecer el crecimiento y desarrollo de un amplio rango de especies agrícolas, frutícolas y forestales de consistencia leñosa como herbáceas, (González *et al.*, 1998). La importancia de los hongos micorrízicos arbusculares, radica en su actividad como agentes estimuladores del crecimiento vegetal,



incremento de la capacidad de absorción de fósforo y otros nutrientes, participación en el grado de adaptación de las plantas a condiciones de estrés, promoción de mayor vigor y biocontrol contra enfermedades de hábito radical, principalmente (Alarcón, 1997b.; Ovalde, 1997; Alarcón, 1998; Ferrera-Cerrato y Alarcón, 1998; Davies *et al.*, 1998). Por lo anterior se planteó desarrollar un proceso tecnológico nuevo, con el empleo de hongo micorrízico y vermicomposta, como parte del sustrato en la producción de planta en vivero, de Caoba (*Swietenia macrophylla* King). Esta tecnología propuesta se espera ayude a la obtención de plantas de mayor calidad, más resistentes a plagas y enfermedades, que responda a las condiciones ambientales donde se establezca.

### Objetivos

1.- Conocer la respuesta de la aplicación conjunta de vermicomposta e inoculación del hongo micorrízico arbuscular, *Glomus sp.* ZAC-19, sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas de caoba en la etapa de vivero. 2.- Evaluar el efecto de la vermicomposta en la colonización de ZAC-19 en raíces de plantas de caoba. 3.- Determinar la colonización micorrízica de ZAC-19 en las raíces de las plantas de caoba.

### MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización del experimento.** El experimento se llevó a cabo en el vivero del campo experimental forestal “El Tormento” dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en Escárcega, Campeche. Ubicado en el kilómetro 292 de la Carretera, Villahermosa - Escárcega, entre los meridianos 18° 36’25’ de latitud Norte y Paralelos 90° 43’ 55’ de longitud Oeste.

**Material biológico.** Se utilizó semilla de caoba *Swietenia macrophylla* King colectada en el mes de febrero del año 2003 en dos localidades del municipio de Escárcega, en el estado de Campeche. La semilla se benefició siguiendo las indicaciones de los técnicos del INIFAP. Las semillas se pusieron a germinar en contenedores de unicel utilizando suelo de tipo Kan-Kab según la terminología maya el cual corresponde a un luvisol férrico, de acuerdo con la clasificación FAO-UNESCO, cernido y tratado con bromuro de metilo. (Vega, *et al.*, 1981). En la etapa de producción de planta no se utilizó ningún diseño experimental ya que todas las semillas fueron tratadas en forma uniforme con sustrato desinfectado con bromuro de metilo adicionando 5 % de vermicomposta. El inoculó micorrízico evaluado incluyó el consorcio micorrízico *Glomus sp.* Zac-19 compuesto por *G. diaphunum*, *G. albidum* y *G. claroideum*, cultivado en el Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. De México, en el área de microbiología.

**Evaluación estadística.** La evaluación estadística se llevó a cabo en un diseño experimental factorial 4x2 en un arreglo completamente al azar con 8 tratamientos y cuatro repeticiones. Los factores considerados fueron vermicomposta con cuatro niveles  $a_0$ = sin vermicomposta,  $a_1$ = 3.5 % de vermicomposta,  $a_2$ = 7.5 % de vermicomposta,  $a_3$ = 15 % de vermicomposta y hongo micorrízico, con dos niveles  $b_0$ = sin y  $b_1$ = con. Para determinar la diferencia entre tratamientos se realizó una prueba de análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey, mediante el uso del programa estadístico SAS (Statistical Analysis System Institute). El modelo matemático empleado para el diseño experimental completamente al azar utilizado fue representado por la siguiente forma:  $Y_{ij} = \mu + V_i + M_j + (VM)_{ij} + \epsilon_{ij}$ , donde  $Y_{ij}$ = Valor observado del tratamiento e-ésimo,  $\mu$ =Media general,  $V_i$ =efecto los niveles de vermicomposta,  $M_j$  efecto de los niveles de micorrización,  $(VM)_{ij}$  efecto de la interacción de los niveles de vermicomposta con los niveles de micorrización, y  $\epsilon_{ij}$  = Error experimental Establecimiento y desarrollo del experimento.



**Siembra y trasplante.** La germinación de las semillas de la caoba, se realizó en contenedores de unicel, con una Mezcla de suelo de tipo Kan-Kab según la terminología maya y luvisol férrico, de acuerdo con la clasificación FAO-UNESCO. A este, se adiciono 5 % de vermicomposta y se desinfectó con bromuro de metilo. La siembra se llevó a cabo colocando una semilla en cada una de las pequeñas cavidades de los contenedores en mes de julio del 2003. Las plántulas permanecieron en los contenedores 25 días. Al trasplante, las plántulas se colocaron en envases de polietileno negro de 10 cm de longitud por 15 cm de diámetro. El sustrato utilizado en las bolsas, fue suelo Kan-Kab el cual fue tratado con bromuro de metilo, secándolo posteriormente al aire libre hasta alcanzar un contenido de humedad cercano al 0 %. Los envases se llenaron con 750 g de sustrato adicionándoseles 3.5 %, 7.5 % y 15 % de vermicomposta, más 10 g de inóculo micorrízico. Las plantas fueron protegidas bajo un cobertizo cubierto.

**Inoculación.** La inoculación se realizó al momento del trasplante según recomendado por Alarcón *et al.*, (2002), con la cepa micorrízica, Zac-19. Para evitar la contaminación al momento de sacar la plántula del contenedor, se limpió la raíz cuidadosamente eliminando el sustrato impregnado con una brocha; luego se procedió a la inoculación utilizando una cuchara colocando a la raíz de cada planta la cantidad de inóculo correspondiente, según el tratamiento que se tratará. En el centro de la bolsa que contenía el sustrato se hizo un pequeño orificio, en el cual se precipitó el hongo que no se impregnó a la raíz al momento de la inoculación, procediéndose a colocar la raíz de la planta en la bolsa, teniendo cuidado que quedará en contacto con el inóculo. La evaluación del grado de colonización de llevó a cabo los 150 días después del trasplante (ddt).

**Labores culturales.** Se efectuaron riegos cada tercer día, regando cada una de las unidades experimentales con cuidado para no salpicar con agua hacia otro tratamiento, cuidando el contenido de humedad para prever la aparición de hongos fitopatógenos por exceso de humedad. **Variables del experimento** La toma de información se llevó a cabo en 16 plantas por parcela experimental, cada una de estas plantas identificadas con un número del uno al 16.

**Longitud del tallo (LT)** La longitud del tallo se consideró como la comprendida entre la base del cuello de la planta (superficie del suelo) y la última yema apical. Esta se midió utilizando una regla graduada en cm en 16 plantas las cuales previamente identificadas. Esta evaluación se realizó a los 30, 60, 90, 120 y 150 días después del trasplante. **Diámetro del tallo principal (DP)** El diámetro del tallo principal se evaluó a nivel del cuello de la parte radicular y aérea de la planta, utilizando un vernier digital en mm. La evaluación se llevó en las mismas 16 plantas utilizadas en la medición de la longitud del tallo.

**Peso seco.** Los componentes de peso seco de la planta se evaluaron a los 150 días después del trasplante, seleccionando tres plantas por repetición, se registró el peso fresco (tallo, raíz, hojas). Cada una de las plantas marcadas se separó cuidadosamente del sustrato para evitar pérdida de raíces; luego se realizó un corte en la base del tallo; después se midió la longitud de la raíz principal con la misma regla; con cuidado se contaron las raíces secundarias. Posteriormente por separado el tallo, raíz y hojas se colocaron en un sobre de papel manila previamente identificado y se pusieron al sol por cinco días con el fin de deshidratarlas; después se colocaron en un horno de secado a 70°C durante 15 horas, tomando lecturas frecuentes con la ayuda de una balanza analítica hasta obtener un peso constante. Con los datos anteriores se generó las variables peso seco, del tallo, hojas, y raíz. En el análisis estadístico de estas variables se emplearon los valores promedio de tres plantas muestreadas por unidad experimental. **Colonización micorrízica.** Al final del experimento a los 150 días después del trasplante (ddt) se extrajo una muestra de raíz de dos plantas centrales, por unidad experimental, las muestras del sistema radicular se colocaron en una bolsa de plástico plenamente identificada con una etiqueta; estas muestras se utilizaron para evaluar la

colonización en el laboratorio de Microbiología del Colegio de Postgraduados en Montecillo, México., Ferrera-Cerrato., González Chávez y Rodríguez Mendoza (1993). Se cortaron y extrajeron 10 g de raíz, en la evaluación de la colonización endomicorrízica se utilizó la técnica de tinción y clareo propuesto por (Philips y Hayman, 1970), que consiste en la tinción de la raíz y observación al microscopio. Ya que es el único método para determinar la presencia diversas estructuras de los hongos como vesículas, hifas, arbusculos, esporas de otro tipo de hongos y su interacción con la raíz. El método consistió en tres procesos que son: 1.- Tinción de raíces, la cual consiste en realizar las siguientes actividades. a) Clareo b) Blanqueo c) Acidificación d) Tinción, e) Decoloración. 2.- Montaje en portaobjetos. Este método requiere el montaje de las raíces teñidas en un portaobjetos, para posteriormente evaluarse al microscopio.

**Análisis de resultados** Los datos de campo se integraron en una base de datos en el programa Excel y se procesaron. Las variables evaluadas durante el desarrollo del experimento fueron sometidas a un análisis de varianza para determinar el efecto de los factores en el estudio, utilizando el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System Institute), mediante el procedimiento del modelo general lineal para el diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial. El modelo estadístico empleado para el análisis de varianza fue el siguiente:  $Y_{ijk} = \mu + V_i + M_j + VM_{ij} + \epsilon_{ij}$ . Donde:  $Y_{ijk}$  = Es una observación cualquiera.,  $\mu$  Es un efecto real de la media.,  $V_i$  = Es el efecto del uso de vermicomposta,  $M_j$  = Es el efecto del nivel  $j$  ésimo del factor B.,  $(\alpha\beta)_{ij}$  = Es el efecto debido a la interacción  $i$  ésimo nivel del el efecto de la inoculación micorrízica,  $VM_{ij}$  es el efecto del uso de vermicomposta con la inoculación micorrízica, y  $\epsilon_{ij}$  = error experimental. **Comparación de medias** Para la determinación de los mejores tratamientos se compararon los valores promedio correspondientes a cada variable de estudio, mediante la prueba de comparación de media propuesta por Tukey, con valor de significancia del 5 %.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Altura de las plantas de caoba.** Los resultados del análisis de varianza entre tratamientos a diferentes edades después del trasplante (ddt: días después del trasplante) para la variable altura de la planta en caoba revelan diferencia significativa al ( $P \leq 0.05$ ) entre los muestreos 90, 120 y 150 ddt. El análisis de varianza para la variable altura de la planta, desde los 30 ddt, indican que no existe diferencia significativa al ( $P \leq 0.05$ ) para ninguno de los factores el factor A = micorriza., al aplicar 10 g de hongo micorrízico *Glomus sp.* Zac-19, Factor B, vermicomposta y su interacción. También el análisis indica diferencia significativa a partir de los 90 hasta los 150 ddt al ( $P \leq 0.05$ ) para las interacciones. La prueba de comparación de medias de tukey ( $P \leq 0.05$ ) para la variable altura de la planta de caoba para los tratamientos sin inóculo indican que no existe diferencia significativa desde el primer muestreo a los 30 ddt hasta los 150 ddt. También estos resultados manifiestan que las plantas sin aplicación de vermicomposta presentaron mayor crecimiento, sin embargo a partir de los 150 ddt la vermicomposta promovió un mayor crecimiento de las plantas de caoba con tendencia a incrementar en relación con la edad de la planta aunque este factor para esta especie no mostro diferencia significativa. La prueba de comparación de medias para las interacciones de esta variable, indican que si existe diferencia significativa entre los tratamientos aplicados a partir de los 90 ddt. Las plantas inoculadas con Zac-19 presentan una respuesta positiva en longitud a partir del los 90 ddt mezclado con 0 %, 3.5 % y 7.5 % de vermicomposta estadísticamente son similares entre sí. La inoculación de 10 g. de micorriza sobre el sistema radicular de las plantas manifestaron un mejor desarrollo en longitud de la planta con tendencia a incrementar en relación a la edad de la planta. (Cuadro 1).



**Cuadro 1.** Altura de la planta (cm) como respuesta a la inoculación micorrízica y al uso de vermicomposta en caoba

V (%)	Días después de la aplicación del hongo micorrízico al sustrato									
	30		60		90		120		150	
	T	HMA	T	HMA	T	HMA	T	HMA	T	HMA
0	9.52a	10.12a	10.26a	11.88a	11.01a	13.64a	12.53a	15.58a	23.03a	31.30a
3.5	9.06a	9.83a	11.05a	10.88a	11.48a	11.93ab	14.01a	13.23a	26.01a	25.49ab
7.5	8.60a	8.86a	10.62a	10.00a	12.64a	11.14ab	13.66a	13.04ab	27.33a	24.85ab
15	8.33a	8.88a	10.87a	9.62a	13.41a	10.37 b	14.77a	11.98 b	29.83a	22.67 b
DMSH	3.75		1.50		2.56		3.10		7.11	

Medias de tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey,  $\alpha = 0.05$ ). V = Vermicomposta, T = Sin inoculación, HMA = Inoculación con 10 g de *Glomus sp Zac-19*, DMSH = Diferencia mínima significativa.

**Diámetro del tallo en caoba.** El análisis de varianza para el crecimiento en diámetro para caoba a los 30, 60, 90, 120 y 150 ddt no expresó diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) para el efecto de la aplicación de micorriza y vermicomposta ni a las interacciones. Sin embargo a los 150 ddt el testigo para esta especie mostro un crecimiento en diámetro de 2.99 mm en comparación con el tratamiento que manifestó el crecimiento más elevado que fue cuando se aplicó 7.5 % de vermicomposta sobre el sustrato con 4.78 mm, con un incremento de 1.79 mm, mientras que la interacción micorriza más vermicomposta su valor más alto fue de 4.46 mm con un incremento de 1.47 mm en con relación al testigo.

**Producción de Follaje de Caoba.** En caoba el análisis de varianza mostró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) a los 120 y 150 días y altamente significativa ( $p \leq 0.01$ ) entre las interacciones a los tratamientos aplicados a los 60,90, 120 días. La prueba de comparación de medias de tukey al ( $p \leq 0.05$ ) indica que existe diferencia mínima significativa entre las plantas sin inoculo a los 120 y 150 días en donde la aplicación de 15 % de vermicomposta sobre el sustrato fue el mejor tratamiento y las inoculadas con 10 g de *Glomus-ZAC19* a los 90,120 y 150 días donde la aplicación de 10 gr de ZAc-19 más 7.5 % de vermicomposta en los tres registros fue mejor tratamiento. Estos resultados muestran una respuesta positiva en producción de follaje para esta especie producto de la aplicación de vermicomposta y micorriza que va en aumento en relación a la edad de planta. (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Número de hojas por planta como respuesta a la inoculación micorrízica y vermicomposta en caoba

V (%)	Días después de la aplicación de micorrizas al sustrato									
	30		60		90		120		150	
	T	HMA	T	HMA	T	HMA	T	HMA	T	HMA
0	4.62 a	4.82 a	5.59 a	7.54 a	7.79 a	8.33 a	8.45 b	11.87a	11.50 b	15.11 a
3.5	4.88 a	4.82 a	6.44 a	6.02 a	7.78 a	7.06 ab	8.80 b	9.03 b	12.44 ab	13.76 ab
7.5	4.82 a	4.70 a	6.57 a	5.77 a	7.96 a	6.58 b	9.66 ab	8.52 b	13.62 ab	12.76 ab
15	4.84 a	4.99 a	7.44 a	5.37 a	8.48 a	6.22 b	11.26a	7.63 b	14.52 a	12.12 b
dms	0.97		1.12		1.71		1.81		2.97	

Medias de tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey,  $\alpha=0.05$ ). V = Vermicomposta, T = Sin inoculación, HMA = Inoculación con *Glomus sp Zac-19.*, DMSH = Diferencia mínima significativa.

**Peso seco en caoba** Los análisis de varianza mostraron diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) a los 150 ddt a los tratamientos aplicados. Para los factores vermicomposta y micorriza La prueba de comparación de medias de tukey al ( $P < 0.05$ ) en caoba muestran que existe diferencia significativa para el testigo sin micorriza para la variable biomasa seca donde el mejor tratamiento fue al aplicar 15 % de vermicomposta sobre el sustrato, es similar al

tratamiento 7.5 % y 3.5 % de vermicomposta. Las interacciones micorrízica *Glomus* Zac-19 más vermicomposta mostraron diferencia mínima significativa donde el mejor tratamiento fue al aplicar 10 g de micorriza más 7.5 % de vermicomposta sobre el sustrato. Se denota que al aplicar 10 g de micorriza más 7.5 % de vermicomposta se registró el volumen más alto con 8.25 g en comparación con el tratamiento. La prueba de comparación de medias para los tratamientos sin micorrizas indica diferencia significativa, en donde se aplicó 15 % de vermicomposta fue el mejor pero estadísticamente es similar a los tratamientos donde se aplicó 7.5 y 3.5 % de vermicomposta sobre el sustrato y 10 g de micorriza más sustrato fue diferente. En cuanto a las interacciones a aunque no se presentó diferencia significativa el tratamiento 10 g de micorriza más 7.5 % de vermicomposta sobre el sustrato manifestó el mayor volumen en biomasa seca. (Figura 1).

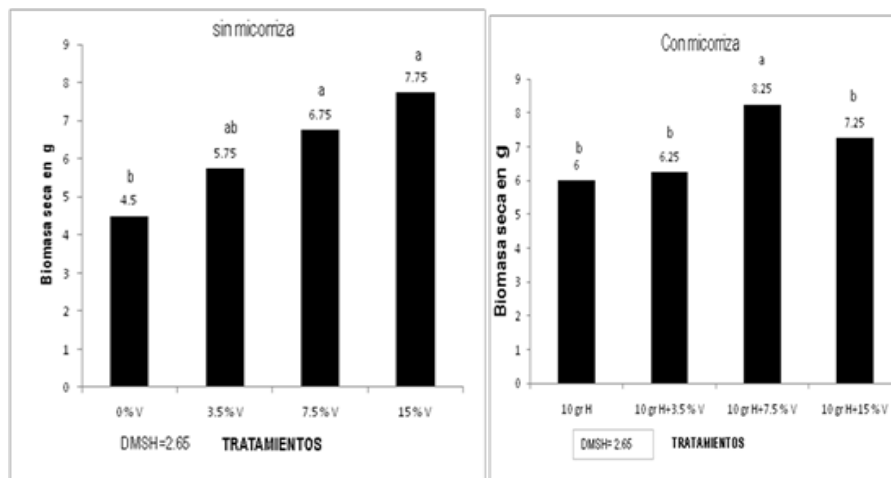


Figura 1. Respuesta a la aplicación micorrízica y vermicomposta sobre la variable peso seco (g) Raíz, tallo y hojas en (*Swietenia macrophylla* King.)

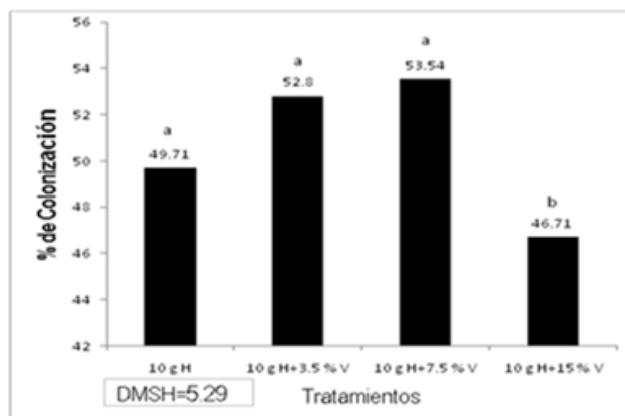


Figura 2. Respuesta a la colonización micorriza *Glomus* sp. Zac-19 y vermicomposta en *Swietenia macrophylla*, a los 150 días. V=Vermicomposta, g= Gramos, H=Micorriza, %=Porcentaje

**Colonización micorrízica en caoba.** Los resultados obtenidos del análisis de varianza para la colonización micorrízica para caoba indican que hay efecto estadístico significativo al ( $P < 0.05$ ) para los tratamientos en los que se aplicó *Glomus* sp Zac-19. La prueba de comparación de medias por de tukey al ( $P < 0.05$ ) sustentan que los tratamientos, sustrato tratado más 10 g de micorriza, sustrato tratado más 10 g de micorriza más 3.5 y 7.5 % de vermicomposta



estadísticamente se comportan de la misma manera, mientras que sustrato tratado más 10 g de micorriza más 15 % de vermicomposta es diferente. (Figura 2).

## CONCLUSIONES

El crecimiento en altura en plantas de caoba como respuesta a la aplicación conjunta de micorriza arbuscular ZAC-19 y vermicomposta como parte del sustrato en los primeros dos muestreos no mostraron diferencia significativa entre tratamientos, pero a partir de los 90 ddt se hizo notorio el efecto positivo a la aplicación de 10 g. de micorrizica *Glomus sp* Zac-19, y su interacción con 7.5 % de vermicomposta, con tendencia a incrementar en relación a la edad de la planta. 2.- El crecimiento en diámetro es normal que las primeras etapas de crecimiento secundario en especies forestales no se presente diferencia significativa entre los tratamientos aplicados en esta variable, como se manifestó en esta especie. A pesar de lo anterior la caoba mostró mejor crecimiento a partir de los 150 ddt como respuesta la interacción 10 g de micorriza más 7.5. % de vermicomposta. 4.- El peso seco raíz, tallo y hojas en caoba, presento efecto positivo a las interacciones. La prueba de comparación de medias indica que el uso de 7.5 % de vermicomposta sobre el sustrato es mejor, con un valor de 8.25 g 5.- La colonización en caoba responde bien a la infestación de *Glomus sp* Zac-19. Con 53.54 % de colonización, ya que la literatura indica que en especies forestales tropicales más de 50 % de colonización micorrízica se considera buena.

## BIBLIOGRAFIA

- Aguas R., T. 2000. Fertilización fosfatada, orgánica e inoculación de hongos micorrízicos arbusculares en *Carica papaya* L. Tesis de Maestría en Ciencias Colegio de postgraduados. Montecillo, México 98 p.
- Alarcón A. (1993) La micorriza vesículo-Arbuscular en el manejo de dos métodos de propagación de frutales. Tesis de Licenciatura Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz.
- Alarcón A, R Ferrera-Cerrato (2000) Manejo de la Micorriza Arbuscular en Sistemas de Propagación de Plantas Frutícolas. Área de microbiología, Especialidad de Edafología, Instituto de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados EN Ciencias Agrícolas. Carretera México-Texcoco Km. 35.5; Montecillos, Estado de México. Pp179-181
- Alarcón A, R Ferrera-Cerrato (1999) Manejo de la micorriza arbuscular en sistemas de propagación de plantas frutícolas. Terra 17: 171-191.
- Alarcón A, M.C. González-Chávez, R Ferrera-Cerrato, A Villegas-Monter (2000) Efecto de hongos micorrízicos arbusculares en la dinámica de aparición de estolones y nutrición de plantas de fresa cv. Fern obtenidas por cultivo vitro. Terra 18: 211-218.
- Alarcón A (1997b). Manejo de la micorriza arbuscular a nivel de vivero. P.49.VI Congreso Nacional de Micología/IX Jornadas Científicas. Tapachula, Chiapas, México.
- Alarcón A (1998) Uso potencial de la micorriza arbuscular en sistemas de propagación de plantas frutícolas, Primer Simposio Nacional sobre Nutrición de Cultivos. 20-23 de septiembre. Querétaro, Qro.
- Alarcón A, jj Almaraz S, R Ferrera-Cerrato, González-Chávez, ME Lara H, Ma J Manjarrez M, R Quintero L, S Santamaría R (2002) Manual de tecnología de hongos micorrízicos en la producción de especies forestales en vivero. R. Ferrera-Cerrato, A. Alarcón y M.E. Lara H. (eds). PRONARE. SEMARNAT. México.
- Alarcón A, R Ferrera-Cerrato, JJ Almaraz-Suarez, A Villegas-Monter (1997b). Efecto de la simbiosis micorrízica en naranja valencia injertada en *Citrus volkameriana- Glomus spp.* Pp. 148. In: y Ordaz-Chaparro, G. Alcántar G.C. Castro B. y M. Mejía P (eds.). La investigación Edafológica en México 1996-1997. Memorias del XXVIII Congreso Nacional, de la Ciencia del Suelo Villahermosa, Tabasco.
- Alarcón A (2007) "Micorriza arbuscular", *Microbiología Agrícola*. "Biotecnología de los hongos micorrízicos". Ed. Trillas, 34 p.



- Chable CCO (2007) Inoculación micorrízica arbuscular y uso de vermicomposta en la producción de plantas de cedro (*Cedrela odorata* L.) en vivero. Tesis de maestría. Colegio de Posgraduados Campus, Campeche.
- Ferrera-Cerrato R (1993) Ectomicorriza. In R Ferrera-Cerrato, González-Chávez, MN Rodríguez-Mendoza. Manual de Agromicrobiología. Trillas. México pp. 93-120.
- Ferrera-Cerrato R, Jaen CD (1989) XXII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Montecillo México. P 152.
- Ferrera-Cerrato R (1995) Efecto de rizosfera. In Ferrera-Cerrato, R., Pérez-Moreno, J (eds.). Agromicrobiología, elemento útil en la agricultura sustentable.
- Ferrera-Cerrato R, Alarcón A (1998) Importancia de la Simbiosis en la agricultura. Programa y Resúmenes. Segundo Symposium Nacional de la Simbiosis Micorrízica. 4-6 de noviembre del 1998. Colima, Col. México. P.1-2.
- González-Chávez M L, R Ferrera-Cerrato, J Pérez-Moreno (1998) Biotecnología de la micorriza arbuscular en Fruticultura Colegio de Postgraduados y Universidad Autónoma de Tlaxcala. Montecillo, México.
- Olalde. PV (1997) Fisiología de plantas micorrizadas. P.51. In: Memorias del VI Congreso Nacional de Micología IX jornadas Científicas. Tapachula, Chiapas.
- Plascencia EF O (1995) Efecto de la Micorrización Sobre la Respuesta a la Sequía en Plántulas de Eucalipto. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. pp101
- Phillips JM, DS Hayman (1970) Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assesamente to infecion. Trans. Brit.Mycol.Soc.55.158-161.
- Quiñones AE E, D Trejo A, Aguas R, R Ferrera-Cerrato, González- Chávez (1998) Hongos endomicorrizicos arbusculares y diferentes sustratos en el crecimiento de las plantas de papaya (*Carica papaya* L.) en vivero. Pp. 127-140. In: R. Zulueta R., M.A. Escalona A. Y d. Trejo A. (eds.). Avances de la investigación micorrízica en México. Universidad Veracruzana. Veracruz.
- Vega, E. C; Patiño, V. F. y Rodríguez Y P. A. A..., 1981. "Viabilidad de Semillas en 72 Especies Forestales Tropicales Almacenadas al Medio Ambiente. Reunión Sobre Problemas en Semillas Forestales Tropicales. Publicación Especial No 35, Tomo 1. INIF-SARH, México. 325 p



## EFECTO DE MICOORGANISMOS EFICACES SOBRE *Mycosphaerella fijiensis* PATOGENO DE LA SIGATOKA NEGRA DEL BANANO

Ramírez, S.G.\*, Álvarez, V.G.M., Aguilar, S. R. y Rodríguez. C.J. C.

Instituto Tecnológico Superior de la Región Sierra. Carretera Teapa - Tacotalpa km. 4.5 Teapa, Tab. regionsierra@its.edu.mx

T-64

### RESUMEN

Este trabajo se realizó de enero a abril de 2013 en el Instituto Tecnológico Superior de Región Sierra (ITSS) en el municipio de Teapa, Tab., con el objetivo de evaluar la reacción *in vitro* de las ascosporas de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, patógeno de la Sigatoka negra, a microorganismos eficaces (ME). Se colectaron muestras de hojas de banano con lesiones maduras de esta enfermedad en dos áreas abandonadas de plantaciones de banano cercanas al ITSS y en una plantación comercial de Tacotalpa, Tab. Las muestras se colocaron en cámara húmeda por 24 horas, luego se descargaron ascosporas de las lesiones del tejido enfermo en agar al 2% solo y agar modificado con ME al 1% y 5%, se incubaron a 26 °C por 24 horas y después de ese tiempo se colocaron el refrigerador a 14 °C. Al microscopio a 40X se midieron las ascosporas, se midió la longitud y forma de sus tubos germinativos y se calculó el porcentaje de inhibición del crecimiento de estos tubos respecto al testigo.

El efecto que se observó más comúnmente en las ascosporas de los diferentes sitios expuestas a los ME fue la inhibición del crecimiento del tubo germinativo. En menor proporción se encontraron tubos germinativos cortos y deformados, y en pocos casos se observaron ascosporas no geminadas y con sus paredes celulares destruidas. Las ascosporas que crecieron en agar al 2% (testigo) midieron entre 69 y 75 micras y sus tubos germinativos entre 228 y 313 micras. Los tubos germinativos de ascosporas expuestas a 5% de ME redujeron su crecimiento entre 88% y 92%, mientras que las que se expusieron a 1% de ME solo fue del 0% a 5%. Se sugiere continuar con esta investigación para saber si es posible inhibir el 100% de la germinación de las ascosporas de *Mycosphaerella fijiensis* con mayores concentraciones de ME y luego evaluar estos resultados en plantaciones comerciales de banano bajo condiciones de campo donde los ME estén expuestos a los efectos climáticos y de manejo del cultivo.

**Palabras clave:** banano, sigatoka negra, microorganismos eficaces, *Mycosphaerella fijiensis*

### INTRODUCCION

En México como el todo el mundo, la principal limitante de la producción de banano es la enfermedad Sigatoka negra causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis*, la cual ocasiona manchas en el follaje de la planta que afectan el desarrollo de los racimos formando frutos más pequeños, más delgados y de menor peso. Bajo condiciones de alta humedad ambiental y control deficiente, la sigatoka negra puede causar pérdidas de hasta el 50% de la producción anual.

En Tabasco las condiciones climáticas permiten que la Sigatoka negra sea endémica con incrementos epidémicos naturales en el segundo semestre del año (Ramírez, 1998), por lo que es indispensable aplicar un control permanente de la enfermedad para lograr una producción rentable. El método más eficiente que mantiene a la Sigatoka negra por debajo de un daño económico es un manejo basado en el control químico dirigido al patógeno y se apoya en labores culturales que buscan fortalecer a la planta y reducir las condiciones que favorecen a la enfermedad.

El control químico de la Sigatoka negra consiste en aplicar fungicidas de contacto en mezcla con adherentes a intervalos de 7 a 9 días, para un total de 45 aplicaciones en promedio al año. El fungicida más usado contiene el ingrediente activo mancozeb del cual se aplican 1.6 kilos de





i. a. por hectárea por aspersión, y aunque existe un buen control de la enfermedad el gran número de aplicaciones suma hasta 70 kg/ha/año de ingrediente activo lo cual sobrepasa lo recomendado para este producto, además de que existe una dependencia a este fungicida.

Una alternativa de control de la Sigatoka negra es el uso de los microorganismos eficaces (ME) la cual ayuda a reducir el uso de agroquímicos, disminuye la contaminación del medio ambiente y la producción de alimentos inocuos, contribuyendo de esta forma a la sustentabilidad del sistema de producción y al agroecosistema en general.

Los ME son una combinación de organismos benéficos de origen natural principalmente de levaduras, bacterias acidolácticas, bacterias fotosintéticas y actinomicetos, los cuales desarrollan una sinergia metabólica que permite su aplicación en diferentes campos. Protegen a las plantas del ataque de patógenos por competencia por nutrientes, antagonismo y parasitismo, además la planta estimula el sistema de asociación interdependiente lixiviando azúcares, aminoácidos y sales minerales necesarios al crecimiento de los ME en simbiosis en perjuicio de los patógenos. Algunas de las sustancias producidas por los ME son el inositol, ubiquinonas, saponinas, polisacáridos de bajo peso molecular, polifenoles y quelatos, las cuales inhiben patógenos y promueven el crecimiento de especies benéficas (Higa, 1994; Tokeshi, 2001).

En otras enfermedades económicamente importantes en cultivos tropicales como la moniliasis del cacao, los ME han demostrado eficacia biológica contra el patógeno cuando se usan como parte de un manejo integrado de la enfermedad. Los ME actúan sobre *Moniliophthora roreri* en la germinación de esporas, en la infección y la esporulación, lo que disminuye fuentes de inóculo y la incidencia de la enfermedad, y propicia una mayor producción (Ramón, 2000; Nájjar y Thomas, 2001; IPADE, 2008; Villamil *et al*, 2012).

En cuanto a Sigatoka negra en banano Bayro (1998) estudió el control biológico de esta enfermedad en invernadero y en campo usando microorganismos eficaces con resultados satisfactorios y concluye que son una posible alternativa al control químico. Eguez (2000) probó evaluó aplicaciones alternadas de ME con mancozeb y logró un control similar al del mancozeb solo en la época de más humedad y un control más eficiente en la época de seca. Además, el costo del control con ME fue 31% más bajo que el combate químico. En un estudio similar Quiroz *et al* (2009) evaluaron aplicaciones alternadas de ME con mancozeb en comparación con aplicaciones exclusivas de mancozeb, y obtuvieron un control similar de la enfermedad con ambos tratamientos reduciendo el 39% de la carga química de este fungicida durante 45 aplicaciones durante un año. Sin embargo, en estos estudios no se reporta el efecto que tienen los ME sobre el patógeno y cómo influyen sobre la expresión de la Sigatoka negra.

Considerando que el éxito del control de la Sigatoka negra con los ME se debe a que el complejo de bacterias afecta la germinación y desarrollo de las ascosporas y en consecuencia el proceso infeccioso de *Mycosphaerella fijiensis* en las plantas de banano, se desarrolló este ensayo que forma parte de un proyecto que tiene como propósito proporcionar a los productores de banano en Tabasco nuevas tecnologías para el control de esta enfermedad.

### **Objetivo**

Evaluar la reacción *in vitro* de las ascosporas de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, patógeno de la Sigatoka negra a los microorganismos eficaces.

### **MATERIALES Y METODOS**

De enero a abril de 2013 se tomaron muestras de hojas de banano con lesiones maduras de Sigatoka negra, donde se encuentran las ascosporas de *M. fijiensis*, en dos sitios de banano no



cultivado (área A y área B) de la variedad Enano Gigante (*Musa AAA*) cercanos al Instituto Tecnológico Superior de la Región Sierra (ITSS), en Teapa, Tab., y en una área comercial en la Ra. Puyacatengo, de Tacotalpa, Tab.

Se evaluó la reacción *in vitro* de ascosporas de *M. fijiensis* a los microorganismos eficaces de la empresa EM Research Organization Inc. que distribuye en Tabasco Creagro de Tabasco, S. A. de C. V.

Los ME se activaron en una proporción de 1:1:18 de ME latentes, melaza y agua, respectivamente. En un recipiente metálico se calentó melaza hasta los 65 °C, luego se enfrió con agua no clorada y agitando hasta que la temperatura de la mezcla bajó a 30 °C. Finalmente se agregaron los microorganismos latentes, se mezcló perfectamente y la mezcla se colocó en un recipiente de plástico con tapa hermética y se dejó reposar a temperatura ambiente en la sombra. Entre 4 y 5 días después la mezcla alcanzó un pH de 4.0 o menor, lo que indicó que los microorganismos estaban activados.

Se preparó agar al 2 % de manera convencional. Una vez que el agar estuvo estéril y se dejó enfriar, en un matraz se añadieron 12.5 ml de los ME activados y se aforó a 250 ml con el agar al 2 % para obtener una concentración del 5 %, de igual forma en otro matraz se agregaron 2.5 ml de ME activados y se aforó a 250 ml con agar al 2 % para la concentración de 1 %. Finalmente los medios de ME al 1 % y al 5 % y el agar al 2 % sin ME (testigo) se vaciaron a cajas Petri; se usaron cinco cajas por tratamiento.

Los trozos de hojas de banano con lesiones maduras de Sigatoka negra se incubaron en cámara húmeda por 48 horas a temperatura ambiente. Al término de la incubación, se cortaron rectángulos de 2 centímetros de lado que contenían varias lesiones de la enfermedad, se engraparon a un círculo de papel bond blanco y limpio de 11 cm de diámetro y se sumergieron en agua destilada estéril por 15 minutos. El papel con las lesiones se adhirió a la parte interna de la tapa de una caja de Petri, luego la tapa se colocó sobre las base de la caja la cual contenía el medio con y sin ME; una vez unidas las dos partes, las cajas se dejaron a temperatura ambiente por una hora para la descarga de las ascosporas del hongo sobre el agar. Luego del periodo de descarga, las cajas se incubaron a 24 °C por 24 horas y después se colocaron en refrigerador a 14 °C para detener la germinación de las ascosporas donde mantuvieron hasta su revisión al microscopio (FRAC, 2010).

Las ascosporas descargadas en el medio modificado por los ME y las de los testigos sin ME, se revisaron al microscopio a 40X. Se usó un microscopio marca LABOMED Lx 400 equipado con cámara y software morfométrico. En 100 ascosporas (20 por caja) que crecieron en cada tratamiento se midió su longitud, se registró su aspecto y la longitud de sus tubos germinativos. La forma y tamaño de las ascosporas no expuestas a ME se consideraron normales y el tamaño de sus tubos germinativos se tomó como el 100 %; la longitud de los tubos germinativos de las ascosporas expuestas a ME se comparó con la de los testigos para determinar si hubo reducción en su crecimiento (FRAC, 2010).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Se realizaron primero una serie de ensayos para incorporar los ME activados al medio de agar al 2 % esterilizado sin perder su viabilidad y para establecer las concentraciones de ME a las que se expusieron las ascosporas de *Mycosphaerella fijiensis*. Una vez que se determinó la técnica se realizaron varias pruebas con las muestras de los diferentes sitios

El efecto más común que se observó en las ascosporas expuestas los ME fue la inhibición del crecimiento del tubo germinativo que presentó un aspecto algo sinuoso respecto al testigo. En menor proporción se encontraron tubos germinativos cortos y deformados, y en pocos casos se observaron ascosporas no geminadas y con sus paredes celulares destruidas. A continuación se presentan los resultados de cuatro pruebas.

Prueba 1. Se procesaron muestras de hojas de banano con Sigatoka negra colectadas en un sitio cercano al ITSS denominado área A; se descargaron y expusieron ascosporas del hongo a ME al 5 % y a un testigo sin ME. Las ascosporas del testigo midieron 75 micras en promedio y sus tubos germinativos alcanzaron 313 micras, en tanto que las ascosporas sometidas a ME al 5% promediaron 66 micras y sus tubos germinativos 23 micras. Al comparar la longitud de los tubos de ascosporas expuestas a ME al 5 % con las del testigo, se encontró una reducción muy significativa del 92 %; esta concentración mostró los mayores porcentajes de inhibición de la germinación pruebas preliminares (Cuadro 1).

Cuadro 1. Longitud media de ascosporas y sus tubos germinativos, y porcentaje de reducción de la germinación de *M. fijiensis* de una área silvestre (A) en el ITSS, en agar con ME al 5%.

Tratamiento	Ascospora ( $\mu\text{m}$ )	Tubo germinativo ( $\mu\text{m}$ )	Porcentaje de reducción
Testigo	75	313	-
ME 5%	66	23	92

Prueba 2. En una segunda prueba de muestras de la Ra. Puyacatengo donde se aplicaron ME en alternancia con mancozeb, se descargaron ascosporas en agar al 2 % modificado con ME al 1 % y en un testigo sin ME. El tamaño de las ascosporas fue casi el mismo en ambos tratamientos, sin embargo los tubos germinativos en ME al 1 % con 250 micras fueron mayores que en el testigo con 228 micras, por lo tanto no hubo efecto inhibitorio de la germinación de las ascosporas a esta concentración de ME (Cuadro 2).

Cuadro 2. Longitud media de ascosporas y de sus tubos germinativos, y porcentaje de reducción de la germinación de *M. fijiensis* de una parcela comercial en Tacotalpa. Tab., en agar con ME al 1%.

Tratamiento	Ascospora ( $\mu\text{m}$ )	Tubo germinativo ( $\mu\text{m}$ )	Porcentaje de reducción
Testigo	73	228	-
ME al 1%	75	250	0

Prueba 3. Ascosporas de muestras de un segundo sitio cercano al ITSS de un cultivo de banano que no recibió fungicidas en 6 meses, denominado área B, se expusieron a ME al 5 %, a ME al 1% y a un testigo sin ME. El tamaño de las ascosporas de los tres tratamientos fue prácticamente el mismo, sin embargo hubo diferencias en la longitud de los tubos germinativos; en ME al 5 % los tubos alcanzaron apenas 29 micras de longitud, los de ME al 1 % 229 micras y los del testigo 243 micras (Cuadro 3).

En esta prueba los ME al 5 % redujeron el crecimiento de los tubos germinativos de las ascosporas en un 88 % en relación al testigo, mientras que los de las ascosporas del tratamiento ME al 1 % su longitud disminuyó solo en un 5 %. Estos resultados son similares a los de la prueba 1 donde los ME a una concentración del 5 % restringieron el desarrollo del tubo germinativo.



Cuadro 3. Longitud media de ascosporas y de sus tubos germinativos, y porcentaje de reducción de la germinación de *M. fijiensis* de área silvestre (B) en el ITSS, en agar con ME al 5% y ME al 1%.

Tratamiento	Ascospora ( $\mu\text{m}$ )	Tubo germinativo ( $\mu\text{m}$ )	Porcentaje de reducción
Testigo	68	243	-
ME 5%	70	29	88
ME 1%	69	229	5

Prueba 4. En otra prueba las ascosporas de muestras de las áreas A y B cercanas al ITSS se expusieron a ME al 5 % y ME al 1 % más un testigo sin microorganismos eficaces. En el testigo donde las ascosporas promediaron 69 micras y sus tubos germinativos alcanzaron 249 micras de longitud. En las ascosporas de las áreas A y B del ITSS expuestas a ME al 5 % los tubos germinativos midieron 79 y 76 micras, respectivamente, lo que significa una reducción del 79 % y 67 %, respectivamente, en relación al testigo. Las ascosporas del área B sometidas a una concentración de ME al 1 % presentaron tubos germinativos de 216 micras de largo, con una reducción de apenas del 13 % (Cuadro 4).

Cuadro 4. Longitud media de ascosporas y de sus tubos germinativos, y porcentaje de reducción de la germinación de *M. fijiensis* de las dos áreas silvestres (A y B) en el ITSS, en agar modificado con ME al 5 % y ME al 1 %.

Tratamiento	Ascospora ( $\mu\text{m}$ )	Tubo germinativo ( $\mu\text{m}$ )	Porcentaje de reducción
Testigo	69	249	-
Área A ME 5%	65	52	79
Área B ME 5%	72	81	67
Área A ME 1%	75	216	13

En todas las pruebas *in vitro* los ME al 5 % redujeron significativamente la longitud de los tubos germinativos de las ascosporas de *M. fijiensis* entre 60 % y 90 % en comparación del testigo con crecimiento normal; ME al 1 % redujo el crecimiento en un porcentaje muy bajo y concentraciones menores no tuvieron ningún efecto sobre ascosporas y tubos germinativos. Debido a que la inhibición de la germinación de las ascosporas fue el fenómeno más comúnmente observado, este podría ser el efecto principal de los ME sobre este patógeno. En otros hongos como *Moniliophthora roreri*, causante de la moniliasis del cacao, los ME inhiben el crecimiento micelial y la esporulación del patógeno, ejerciendo de esta manera el control de la enfermedad (Nájjar y Thomas, 2001; Villamil *et al.*, 2012).

La inhibición del crecimiento de los tubos germinativos de ascosporas podría deberse al efecto de los EM productores de enzimas que destruyen las membranas celulares de los hongos o de las bacterias acidolácticas que provocan cambios morfológicos en las células de los hongos y a veces previenen la germinación de sus esporas (Nájjar y Thomas, 2001; Villamil *et al.*, 2012). Si la inhibición y posible supresión del crecimiento de los tubos germinativos se presenta en las etapas iniciales de infección, afectaría el proceso de invasión y colonización del hongo en el mesófilo de las hojas y podría, en consecuencia, atrasar la aparición de las estrías de la Sigatoka negra sobre las hojas.

Los resultados sobre las pruebas *in vitro* son preliminares por lo que habría que continuar con esta línea de investigación para conocer los mecanismos de acción de los ME sobre el patógeno y las sustancias involucradas, así como determinar si los ME pueden lograr una supresión total



de la germinación de las ascosporas y el crecimiento de los tubos germinativos, lo cual contribuiría a optimizar esta alternativa dentro de un esquema de alternancia con fungicidas para el control de la Sigatoka negra.

### CONCLUSIONES

Los microorganismos eficaces afectaron *in vitro* el proceso de germinación de las ascosporas de *Mycosphaerella fijiensis* a una concentración del 5 %. El efecto más evidente fue un menor crecimiento de sus tubos germinativos.

### LITERATURA CITADA

- Bayro, L. 1998. Control biológico de sigatoka negra del banano en invernadero mediante el uso de microorganismos eficaces (EM). Tesis de Grado. Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH). Guácimo, Costa Rica.
- Eguez, V. 2000. Control biológico de sigatoka negra en banano con microorganismos eficientes en dos zonas del trópico de Cochabamba. Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Cochabamba, Bolivia. 25 p.
- FRAC. 2010. Summary of FRAC guidelines for Banana in 2010. Fungicide Resistant Action Committee. Banana Working Group. Orlando, Florida. June 2010.
- Higa, T. 1994. Effective Micoorganisms: A new dimension for nature farming. p. 20-22. In J. P. Parr, S. B. Hornick and M. E. Simpson (Ed.). Proceedings of the Second International Conference on Kyusei Nature Farming. U. S. Department of Agriculture, Washington, D. C. USA.
- Instituto Para el Desarrollo de la Democracia (IPADE). 2008. Conozca y combata la monilia. ProDeSoc-IPADE. Nicaragua. 24 p.
- Nájar, T. y Thomas, S. 2001. Efecto de los microrganismos eficaces en la supresión del hongo *Moniolphthora roreri* bajo condición de laboratorio y campo con inoculación artificial. Tesis Ingeniero Agrónomo Universidad EARTH. Guácimo, Costa Rica. 49 p.
- Quiroz, S. L., Kojima, K y Tabora, P. 2009. Tecnología E. M.: una alternativa para el control de la sigatoka negra en los trópicos. Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH). Guácimo, Costa Rica.
- Ramírez, S. G. 1988. La sigatoka negra del plátano en Tabasco. Análisis de le epidemia y desarrollo de un modelo de pronóstico. Tesis M. C. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx. 79 Pág.
- Ramón, J. 2000. Producción de cacao orgánico utilizando materia orgánica bokashi y micoorganismos eficaces EM5. Edit. HEART. Guácimo, Costa Rica. 11 p.
- Tokeshi, H. 2001. La función de los microorganismos en un sistema agropecuario. Congreso de Microorganismos benéficos en la agricultura moderna: estrategias para sistemas más sostenibles. Universidad EARTH, Guácimo, C.R. 8 p.
- Villamil, C. J. E., Blanco, V. J. O. y Viteri, R. S. E. 2012. Evaluación in vitro de Microorganismos Nativos por su Antagonismo contra *Moniliophthora roreri* Cif & Par en Cacao (*Theobroma cacao* L.). Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 65(1): 6305-6315.



## CONTROL DE LA SIGATOKA NEGRA DEL BANANO CON MICROORGANISMOS EFICACES EN APLICACIONES ALTERNAS CON MANCOZEB

Ramírez, S.G.,\* Aguilar, S. R., Álvarez, V.G.M. y Rodríguez, C. J. C.

Instituto Tecnológico Superior de la Región Sierra. Carretera Teapa - Tacotalpa km. 4.5 Teapa,  
Tab. regionsierra@its.edu.mx

T-65

### RESUMEN

Se evaluó la eficacia biológica de microorganismos eficaces en el control de la Sigatoka negra en aplicaciones alternadas con mancozeb en comparación con aplicaciones exclusivas de este fungicida. Se hicieron siete aspersiones de ME en dosis de 22 l/ha alternadas con el fungicida mancozeb en dosis de 2 kg/ha durante el periodo septiembre a diciembre de 2012. Semanalmente se tomaron datos de incidencia y severidad de la enfermedad mediante la escala de daños foliares de Stover - Gauhl en 6 plantas a la floración, tanto en la parcela de ME como en la de mancozeb solo.

El número de hojas por planta varió desde 11.5 hasta 14.6, el número de hoja más joven con estrías fluctuó desde la 9 a la 5.5, la hoja más joven con mancha se encontró desde hoja 9.5 hasta la 6.8, la hoja más joven con quemaduras se ubicó desde la 11.5 hasta la 13.8, y las hojas sanas por planta variaron desde el 80 % hasta el 50 %. En términos generales todas las variables fluctuaron de manera similar durante el ensayo en ambos tratamientos, con una tendencia al incremento primero y después a una estabilización de los niveles de la enfermedad, lo cual es normal por las condiciones climáticas en esta época del año en Tabasco. Por lo que se concluye que y que la eficacia de los ME fue similar al fungicida mancozeb cuando se aplicaron en forma alternada con este fungicida protectante.

**Palabras clave:** banano, sigatoka negra, microorganismos eficaces,

### INTRODUCCION

En México como el todo el mundo, la principal limitante de la producción de banano es la Sigatoka negra causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis*, la cual ocasiona manchas en el follaje de la planta que afectan el desarrollo de los racimos formando frutos más pequeños, más delgados y de menor peso. Bajo condiciones de alta humedad ambiental y control deficiente, esta enfermedad puede causar pérdidas de hasta el 50 % de la producción anual.

En Tabasco las condiciones climáticas permiten que la Sigatoka negra sea endémica con incrementos epidémicos naturales en el segundo semestre del año (Ramírez, 1998), por lo que es indispensable aplicar un combate permanente de la enfermedad para lograr una producción rentable. El método más eficiente que mantiene a la Sigatoka negra por debajo de un daño económico es un manejo basado en el control químico dirigido al patógeno y se apoya en labores culturales que buscan fortalecer a la planta y reducir las condiciones que favorecen a la enfermedad.

El control químico de la Sigatoka negra consiste en aplicar fungicidas de contacto en mezcla con adherentes a intervalos de 7 a 9 días, para un total de 45 aplicaciones en promedio al año. El fungicida mancozeb es el más usado y del cual se aplican 1.6 kilos de ingrediente activo por hectárea por aspersión, y aunque existe un buen control de la enfermedad el gran número de aplicaciones suma hasta 70 kg/ha/año de ingrediente activo que rebasa lo recomendado para este producto, además de que existe una dependencia a este fungicida.

Buscando alternativas al control químico de esta enfermedad se demostró que con variedades e híbridos de plátanos y bananos resistentes se logra un buen control de la Sigatoka, sin embargo



no se han adoptado debido a que su fruta no cumple con los estándares de forma y sabor que exigen los consumidores (Ramírez et al, 1988; Ramírez et al, 2004). Otras alternativas naturales para el control de la enfermedad probadas éxito son los inductores de resistencia de la planta de banano, los lixiviados de banano y los fungicidas naturales obtenidos de microorganismos antagonistas al patógeno, no obstante estos métodos no han alcanzado un uso comercial (Riveros y Lepovire, 1988; Patiño, 2002, Sánchez, 2002, citados por Ramírez et al, 2004).

Los microorganismos eficaces (ME) son una combinación de organismos benéficos de origen natural principalmente de levaduras, bacterias acidolácticas, bacterias fotosintéticas y actinomicetos, los cuales desarrollan una sinergia metabólica que permite su aplicación en diferentes campos. Protegen a las plantas del ataque de patógenos por competencia por nutrientes, antagonismo y parasitismo, además la planta estimula el sistema de asociación interdependiente lixiviando azúcares, aminoácidos y sales minerales necesarios al crecimiento de los ME en simbiosis en perjuicio de los patógenos. Algunas de las sustancias producidas por los ME son el inositol, ubiquinonas, saponinas, polisacáridos de bajo peso molecular, polifenoles y quelatos, las cuales inhiben patógenos y promueven el crecimiento de especies benéficas (Higa, 1994; Tokeshi, 2001)

En otras enfermedades de importancia económica en cultivos tropicales como la moniliasis del cacao, los ME han demostrado su eficacia biológica contra el patógeno cuando se usan dentro de un manejo integrado de la enfermedad. Los ME actúan sobre la germinación de esporas, en la infección y la esporulación de *Moniliophthora roreri*, lo que disminuye las fuentes de inóculo y la incidencia de la enfermedad y permite una mayor producción (Ramón, 2000; Nájjar y Thomas, 2001; IPADE, 2008; Villamil *et al*, 2012).

En cuanto a Sigatoka negra en banano Bayro (1998) estudió el control biológico de esta enfermedad en invernadero y en campo usando microorganismos eficaces con resultados satisfactorios y concluye que son una posible alternativa al control químico comercial. Eguez (2000) probó el control de Sigatoka negra mediante aplicaciones alternadas de ME con mancozeb y logró un control similar al del mancozeb solo en la época de más humedad y un control más eficiente en la época de seca. Además el costo del control con ME fue 31% más bajo que el combate químico. En un estudio similar Quiroz *et al* (2009). evaluaron aplicaciones alternadas de ME con mancozeb en comparación con aplicaciones exclusivas de mancozeb, y obtuvieron un control similar de la enfermedad con ambos tratamientos reduciendo el 39% de la carga química de este fungicida durante 45 aplicaciones en el plazo de un año

Considerando que el uso de ME en forma alterna con mancozeb podría reducir significativamente la carga de este fungicida al cultivo y al ambiente sin afectar los niveles de control de la Sigatoka negra, se desarrolló este ensayo que forma parte de un proyecto que tiene como propósito proporcionar a los productores de banano en Tabasco nuevas tecnologías para el control de esta enfermedad.

### **Objetivo**

Conocer la eficacia biológica de los microorganismos eficaces para el control de la Sigatoka negra en campo cuando se aplican alternadamente con el fungicida mancozeb.

### **MATERIALES Y METODOS**

Este trabajo se realizó de septiembre a diciembre de 2012 en la Ranchería Plátano y Cacao 3ª Sección, municipio de Centro, Tabasco, en un predio de 1.5 ha cultivado con banano Enano Gigante (*Musa AAA*, subgrupo Cavendish).



Se evaluaron los ME de la empresa EM Research Organization Inc. que distribuye en Tabasco Creagro de Tabasco, S. A. de C. V., en una dosis de 22 litros de ME activados por hectárea y mancozeb en dosis de 2 kg más 0.5 litros de resina de pino por hectárea.

Ambos productos constituyeron los siguientes tratamientos: 1) aplicaciones semanales de mancozeb + resina alternadas con aplicaciones semanales de ME, 2) aplicaciones semanales exclusivas de mancozeb. La parcela de 1.5 ha se dividió en dos secciones de 0.75 ha cada una y cada tratamiento se aplicó en cada una de las secciones bajo un arreglo de parcelas apareadas con una repetición.

Para la activación de los ME se usó una proporción de 1:1:18 de ME latentes, melaza y agua, respectivamente. En un recipiente metálico se calentó melaza hasta los 65 °C, luego se enfrió con agua no clorada y agitando hasta que la temperatura de la mezcla bajó a 30 °C. Finalmente se agregaron los microorganismos latentes, se mezcló perfectamente y la mezcla se colocó en un recipiente de plástico con tapa hermética y se dejó reposar a temperatura ambiente en la sombra. Entre 4 y 5 días después la mezcla alcanzó un pH de 4.0 o menor, lo que indicó que los microorganismos estaban activados y listos para aplicarse en campo.

Se hicieron siete aspersiones de ME alternadas con mancozeb con una bomba de mochila marca Sthil. Se aplicaron 16 litros de ME activados disueltos en 74 litros de agua para una mezcla total de 90 litros en la superficie de 0.75 ha. El mancozeb más la resina de pino se aplicaron de manera convencional tanto en la parcela de alternancia con ME como en la parcela comercial (Cuadro 1).

Cuadro 1. Calendario de aplicación de microorganismos eficaces y de mancozeb

Fecha de aplicación	Parcela (ME)	Parcela Mancozeb
18 de septiembre	ME	Mancozeb
25 de septiembre	Mancozeb	Mancozeb
3 de octubre	ME	Mancozeb
10 de octubre	Mancozeb	Mancozeb
16 de octubre	ME	Mancozeb
23 de octubre	Mancozeb	Mancozeb
31 de octubre	Mancozeb	Mancozeb
6 de noviembre	ME	Mancozeb
14 de noviembre	ME	Mancozeb
21 de noviembre	Mancozeb	Mancozeb
28 de noviembre	ME	Mancozeb
5 de diciembre	Mancozeb	Mancozeb
12 de diciembre	ME	Mancozeb

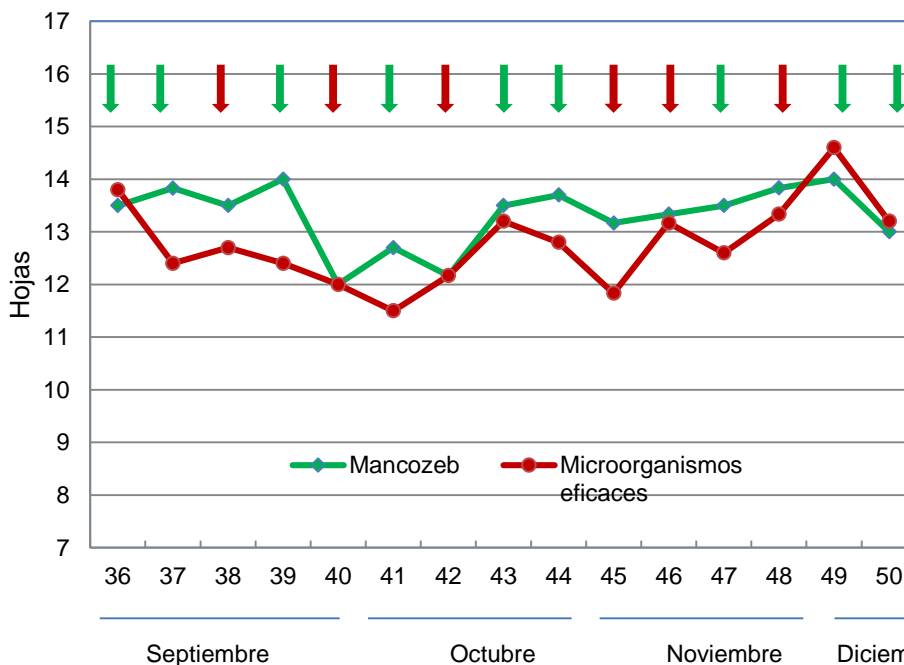
Los tratamientos se evaluaron semanalmente en seis plantas por parcela que iniciaban la floración. Se tomó el número total de hojas (NHP), el número de hojas sanas (NHS), el número de hoja más joven con lesiones de Sigatoka negra en etapa de estría (HMJE), el número de hoja más joven con manchas (HMJM) y el número de hoja más joven con quema (HMJQ). Todas las hojas de cada planta se evaluaron con la escala de daños de Stover - Gauhl y se obtuvo el porcentaje de hojas por planta con daños de la enfermedad.



## RESULTADOS Y DISCUSION

El número de hojas por planta varió de forma muy similar en ambas parcelas durante el ensayo. En la primera semana de septiembre contaban con 13.5 y 13.8 hojas, luego hasta 12.0 hojas en la parcela de mancozeb a finales de septiembre y a 11.5 hojas en la de ME en alternancia una semana después. Posteriormente las hojas por planta aumentaron en ambos tratamientos hasta 14.6 en la parcela de ME en alternancia y de 14.0 en la de mancozeb la primera semana de diciembre; al final hubo un ligero descenso a 13 hojas en mancozeb y a 13.2 en ME (Figura 1).

La variación del número de hojas por planta con tendencia a la baja, es normal en estos meses del año cuando aumenta la severidad de la Sigatoka por efecto de una mayor humedad ambiental, y por lo general es independiente de cualquier tratamiento químico, aunque influyen factores como el deshoje de saneamiento, el drenaje de las plantaciones y la nutrición del cultivo (Ramírez, 1988; Ávila, 1989). No obstante, en este ensayo el número de hojas se mantuvo entre 12 y 14 en ambos tratamientos, lo cual corresponde a plantaciones de banano con buen control de la enfermedad en la zona (Ávila, 1989).



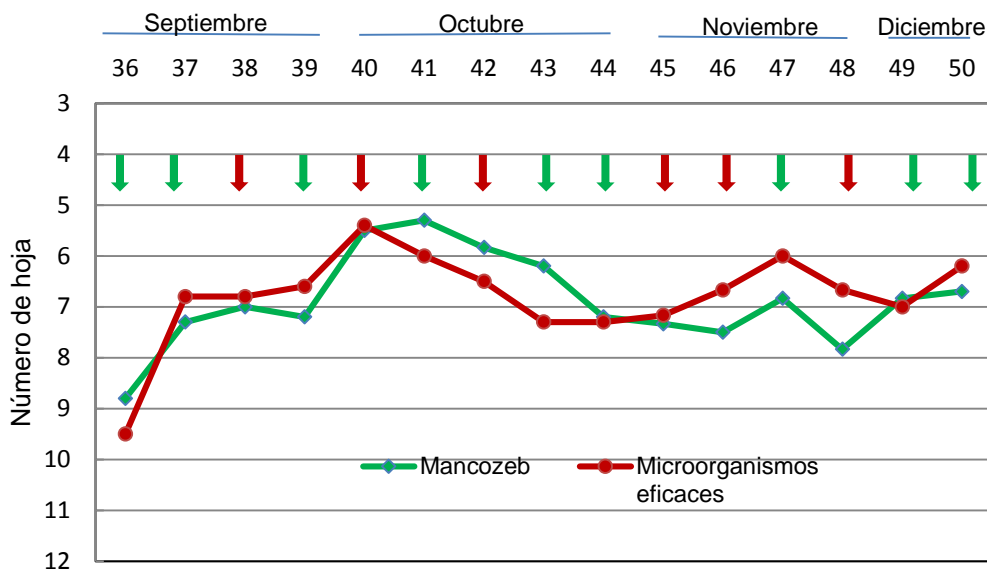
Las flechas en verde señalan las aplicaciones de mancozeb, las rojas las de microorganismos eficaces

Figura 1. Fluctuación del número de hojas por planta de banano a la floración de septiembre a diciembre de 2012. Ra. Plátano y Cacao 3<sup>a</sup>. Secc., Centro, Tab.

La hoja más joven con estrías (HMJE) aumentó al principio y luego mostró altibajos en ambas parcelas hasta el final del ensayo pero sin llegar a la baja incidencia inicial. Al comienzo la HMJE se registró en la 8.8 en mancozeb y 9.5 en ME en alternancia, luego aumentó las siguientes 5 semanas de manera y en la primera de octubre llegó a su máximo nivel con 5.4 en el tratamiento de ME y en la siguiente semana a la hoja 5.3 en el de mancozeb. A partir de esas fechas y hasta el final del trabajo la HMJE registró altibajos y terminó con un nivel muy similar en ambos tratamientos. De hecho la incidencia de estrías tuvo diferencias máximas de una hoja entre tratamientos (Figura 2).

El rápido incremento inicial de la HMJE se pudo deber a un desarrollo acelerado de infecciones presentes en las hojas sanas al inicio de la prueba, favorecido por la alta humedad ambiental de finales de septiembre y principios de octubre. Bajo estas condiciones en la región hay una abundante liberación de inóculo conidial del hongo que incrementa las infecciones por *Sigatoka* y acelera la transición de las lesiones iniciales a estrías, y en consecuencia aumenta su severidad (Ramírez, 1988; Ávila, 1989).

Después del máximo nivel de estrías alcanzado en ambos tratamientos, hubo un descenso y luego un aumento de la infección en ambas parcelas periodo en el cual ante condiciones menos favorables para el hongo tanto los microorganismos eficaces como el mancozeb mostraron mayor eficacia biológica sobre el patógeno. La similitud de HMJE entre ambos tratamientos, incluyendo los altos niveles de incidencia al comienzo de la evaluación, muestra que ninguno fue diferente al otro bajo las condiciones de este ensayo. Estos resultados concuerdan con los de Eguez (2000) quien encontró un buen control de *Sigatoka* negra con ME en alternancia con mancozeb en época lluviosa



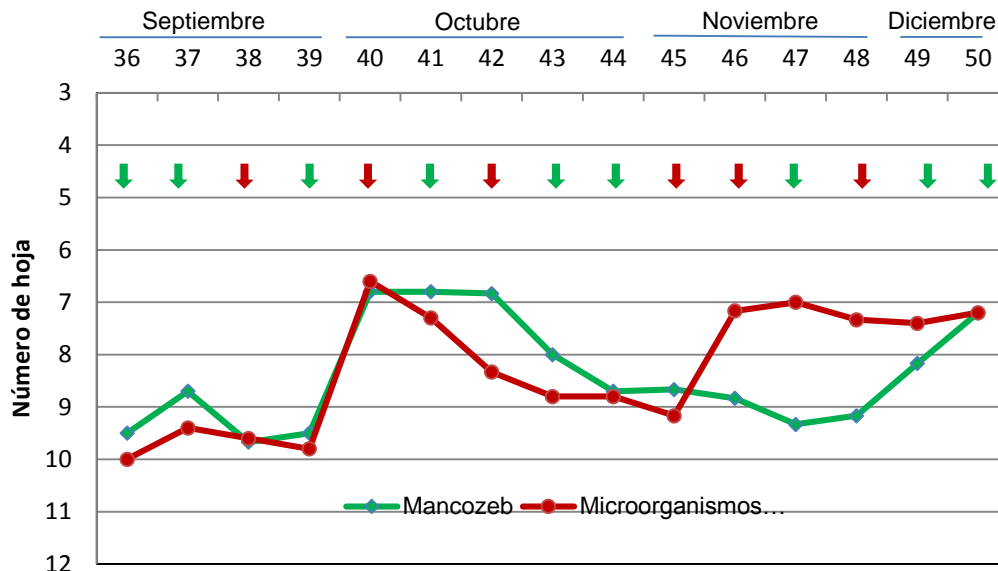
Las flechas en verde señalan las aplicaciones de mancozeb, las rojas las de microorganismos eficaces

Figura 2. Fluctuación del número de hoja más joven con estrías de *Sigatoka* negra en plantas de banano a la floración. Ra. Plátano y Cacao 3<sup>a</sup>. Secc., Centro, Tab.

La hoja más joven con manchas (HMJM) típicas de *Sigatoka* negra se incrementó al inicio de la prueba, desde 9.5 en mancozeb y la 10.0 en ME, hasta la hoja 6.6 en ambos tratamientos a principios de octubre. Después bajó en ME a la 9.2 en la primera semana de noviembre, y a la 9.3 en mancozeb dos semanas después. Hasta aquí los dos tratamientos se comportaron igual, pero la segunda semana de noviembre la HMJM subió hasta la hoja 7.0 en ME y varió muy poco hasta el final del ensayo. En la parcela de mancozeb, en cambio, la HMJM que se había mantenido debajo 9 subió en las dos últimas evaluaciones de la prueba hasta quedar en el mismo nivel que en ME (Figura 3).

Con en esta variable de incidencia de la enfermedad al inicio de la evaluación sucedió algo similar que con la hoja más joven con estrías, ya que después de registrar un nivel de incidencia bajo se incrementó relativamente rápido en dos semanas, de manera que las manchas

aparecieron en hojas más jóvenes. Las manchas se forman por el crecimiento y la unión de varias estrías y esta transición de una fase a otra es influenciada por una alta humedad foliar producto de precipitaciones continuas, de manera que las mismas condiciones que favorecieron el desarrollo de las lesiones de Sigatoka negra para llegar a estrías también favorecieron la transición de estría a mancha.



Las flechas en verde señalan las aplicaciones de mancozeb, las rojas las de microorganismos eficaces

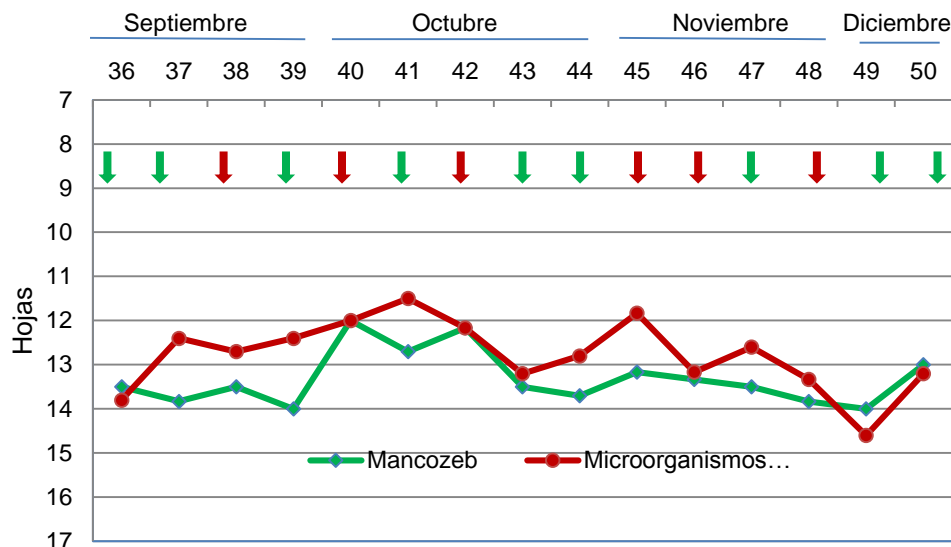
Figura 3. Fluctuación del número de hoja más joven con manchas de Sigatoka negra en plantas de banano a la floración. Ra. Plátano y Cacao 3<sup>a</sup>. Secc., Centro, Tab.

Aunque el desarrollo de las lesiones de Sigatoka negra en el tejido foliar es influenciado por factores ambientales externos e internos como la capacidad de defensa de las plantas, la colonización del mesófilo de la hoja y el posterior desarrollo de la enfermedad no son afectados por fungicidas de contacto como el mancozeb. Habría que determinar si los ME tienen la capacidad de penetrar a la hoja y actuar contra el hongo interrumpiendo su crecimiento y afectar la transición de las lesiones de estrías a manchas. Esto podría explicar la variación en la HMJM que se observó en la mayor parte del ensayo.

El comportamiento de la hoja más joven con las lesiones maduras de Sigatoka negra conocidas como quema fue diferente entre tratamientos durante la prueba. En la parcela que recibió solo mancozeb la HMJQ fue la 9.0 al inicio del trabajo y disminuyó hasta la 11.4, su nivel más bajo de incidencia, la última semana de noviembre. Después registró un fuerte incremento hasta la hoja 7.4 durante las dos últimas evaluaciones. En la parcela de ME la HMJQ estaba en la hoja 10.0 al comienzo, luego varió entre las hojas 8.2 y 11.0 como máximo y mínimo nivel de incidencia, respectivamente. Durante las primeras tres semanas de noviembre la incidencia de quemaduras aumentó hasta la hoja número 7.6, y en las últimas evaluaciones se mantuvo prácticamente sin cambios (Figura 4).

La variación en el tiempo de este parámetro de incidencia de Sigatoka negra es muy similar al comportamiento de la hoja más joven con estría y a la hoja más joven con manchas en ambos tratamientos. De acuerdo con esto los microorganismos eficaces aplicados en alternancia con mancozeb, donde los niveles de incidencia de Sigatoka negra se incrementaron primero que en mancozeb solo, serían menos eficaces para afectar la transición de las lesiones de estrías a

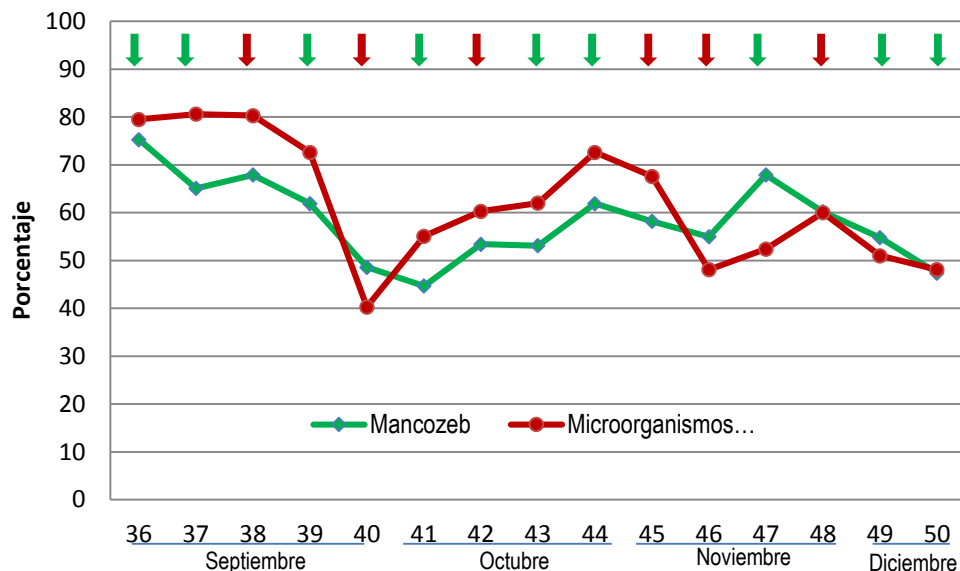
manchas y de manchas a quemas en comparación con las aspersiones de mancozeb. Aunque ya se mencionó que ambos productos no afectarían el desarrollo interno de las lesiones de Sigatoka negra, su efecto podría ser indirecto al actuar sobre las fases de germinación y penetración de las esporas del patógeno sobre las hojas, de tal manera que las diferencias serían en una menor cantidad de lesiones sobre las hojas más que en la rapidez de su desarrollo.



Las flechas en verde señalan las aplicaciones de mancozeb, las rojas las de microorganismos eficaces

Figura 4. Fluctuación del número de hoja más joven con quemas de Sigatoka negra en plantas de banano a la floración. Ra. Plátano y Cacao 3<sup>a</sup>. Secc., Centro, Tab.

De los parámetros de severidad de Sigatoka negra el porcentaje de hojas con grado 0 de la escala de Stover - Gauhl se muestra en la Gráfica 5. Al inicio del ensayo el porcentaje de hojas sanas por planta a la floración fue de 79 en la parcela de ME en alternancia con mancozeb y de 75 en la de mancozeb. Luego disminuyeron en ambos tratamientos hasta registrar sus niveles más bajos con 40 % en ME en la última semana de octubre y con 44 % en mancozeb. A partir de allí hay un recuperación del número de hojas sanas en ambos tratamientos, aunque ligeramente mayor en ME con 72 % a finales de octubre, y con 69 % en mancozeb tres semanas después. Se registró un segundo descenso en ME en la primera y segunda semanas de noviembre hasta 49 % de hojas sanas, y al final varió entre 49 % y 60 %. En mancozeb aumentó hasta 69 % a finales de noviembre y al término del ensayo, fue prácticamente el mismo que el de la parcela de ME alternados con mancozeb (Figura 5).



Las flechas en verde señalan las aplicaciones de mancozeb, las rojas las de microorganismos eficaces

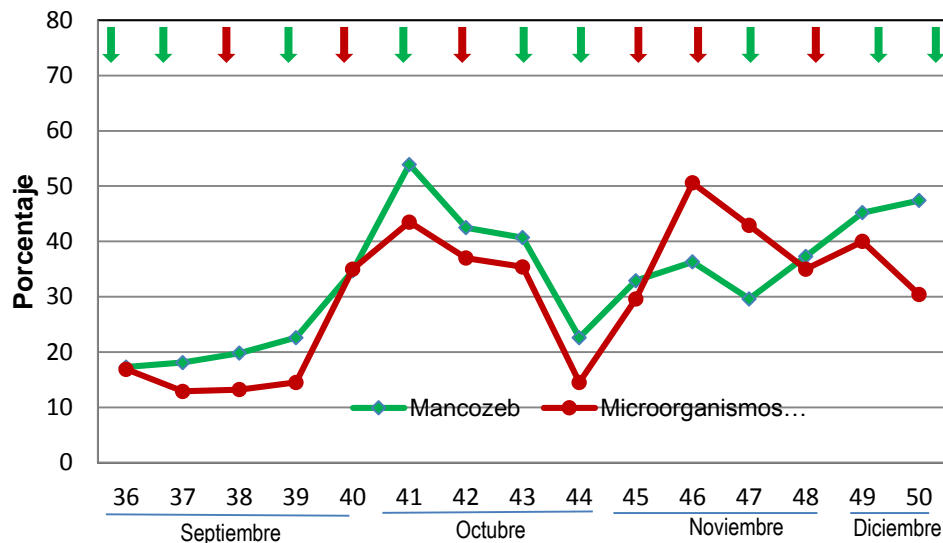
Figura 5. Variación del porcentaje de hojas con grado 0 de la escala de Stover - Gauhl por planta de banano a la floración. Ra. Plátano y cacao 3<sup>a</sup> Secc., Centro, Tab.

El porcentaje de hojas sanas por planta fue ligeramente superior en el tratamiento de ME en alternancia con mancozeb en comparación con el de mancozeb solo durante la mayor parte de la prueba, lo cual podría indicar un efecto preventivo sinérgico de los ME con el mancozeb a diferencia cuando el fungicida se aplica solo contra la Sigatoka negra.

No se encontraron plantas con grado 3 y solo en algunas evaluaciones plantas con grado 2 de la escala de Stover - Gauhl. El porcentaje de hojas con grado 1 varió de manera similar en ambos tratamientos hasta la cuarta semana de octubre, luego en noviembre y diciembre variaron en forma completamente opuesta. Inicialmente el porcentaje de hojas con grado 1 fue igual en ambas parcelas con 17. De allí se incrementó hasta 55 % en mancozeb solo y ME alternado con mancozeb con 44 %, a principios de octubre. En seguida este porcentaje descendió a 12 en ME y 23 en mancozeb. Hasta aquí las hojas con grado 1 en ambos tratamientos se comportaron igual, aunque con niveles de severidad un poco mayores en la parcela que recibió solamente mancozeb (Figura 6).

El comportamiento de esta variable está correlacionado con el de la HMJM, de tal manera que cuando la HMJM aumenta o disminuye, en ese mismo sentido varía la presencia de grados 1 en las hojas de la planta, ya que ambas reflejan la velocidad con que se desarrollan los síntomas de la enfermedad y son útiles para evaluar la eficacia de los tratamientos usados para su control.

Con base en el comportamiento de los parámetros de respuesta se deduce que existe un efecto de los ME sobre la Sigatoka negra, aunque no se aprecian diferencias significativas en la eficacia de control. Se observa en cambio, que el control de los ME es similar al fungicida mancozeb cuando se aplicó en forma alternada con este fungicida protectante. Aunque existen altibajos en los niveles de infección durante el experimento, donde a veces un tratamiento estuvo por encima del otro, no hay una tendencia clara que alguno supere al otro en cuanto a eficacia de control, por lo que se pueden considerar similares.



Las flechas en verde señalan las aplicaciones de mancozeb, las rojas las de microorganismos eficaces

Figura 6. Variación del porcentaje de hojas con grado 1 de la escala de Stover - Gahul por planta de banano a la floración. Ra. Plátano y cacao 3<sup>a</sup> Secc., Centro, Tab.

Los resultados obtenidos motivan para continuar la investigación y desarrollo de la tecnología de ME como un método eficaz para la sustitución de los fungicidas químicos como el mancozeb en los programas de control de Sigatoka negra con las ventajas que ya se mencionaron. En un trabajo paralelo a este ensayo se evalúa *in vitro* el efecto de los ME sobre las ascosporas del hongo que causa esta enfermedad lo cual puede ayudar a optimizar su eficacia en el control de la Sigatoka negra.

## CONCLUSIONES

Las aplicaciones de microorganismos eficaces alternadas con el fungicida mancozeb mostraron un control de la Sigatoka negra del banano prácticamente igual al programa convencional de aplicaciones de mancozeb solo, por lo que representan una opción viable para mantener un buen control de la enfermedad y reducir la carga química de este fungicida en las plantaciones bananeras.

## LITERATURA CITADA

- Bayro, L. 1998. Control biológico de sigatoka negra del banano en invernadero mediante el uso de microorganismos eficaces (EM). Tesis de Grado. Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH). Guácimo, Costa Rica.
- Eguez, V. 2000. Control biológico de sigatoka negra en banano con microorganismos eficientes en dos zonas del trópico de Cochabamba. Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Cochabamba, Bolivia. 25 p.
- Higa, T. 1994. Effective Micoorganisms: A new dimension for nature farming. p. 20-22. In J. P. Parr, S. B. Hornick and M. E. Simpson (Ed.). Proceedings of the Second International Conference on Kyusei Nature Farming. U. S. Department of Agriculture, Washington, D. C. USA.
- Nájar, T. y Thomas, S. 2001. Efecto de los microrganismos eficaces en la supresión del hongo *Moniophthora roreri* bajo condición de laboratorio y campo con inoculación artificial. Tesis Ingeniero Agrónomo Universidad EARTH. Guácimo, Costa Rica. 49 p.



- Quiroz, S. L., Kojima, K y Tabora, P. 2009. Tecnología E. M.: una alternativa para el control de la sigatoka negra en los trópicos. Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH). Guácimo, Costa Rica.
- Ramírez, S. G. 1988. La sigatoka negra del plátano en Tabasco. Análisis de le epidemia y desarrollo de un modelo de pronóstico. Tesis M. C. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx. 79 Pág.
- Ramírez, S. G., Rodríguez, C.J.C. y Azpeitia, M, A. 1998. Comportamiento de los híbridos de banano FHIA-01, FHIA-02 y FHIA-03 en la región de la Sierra de Tabasco. XI Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria de Tabasco. Villahermosa, Tab. 3-4 de diciembre de 1998. Págs. 190-198.
- Ramírez, S, G., P. F. de la Cruz, A. Flores, R. y J. C. Rodríguez C. 2004. Evaluación de germoplasma mejorado de plátano y banano en Tabasco, México. XVI Reunión Internacional ACORBAT 2004. Oaxaca, Oax., Méx., del 29 de septiembre al 1 de octubre de 2004.
- Ramón, J. 2000. Producción de cacao orgánico utilizando materia orgánica bokashi y microorganismos eficaces EM5. Edit. HEART. Guácimo, Costa Rica. 11 p.
- Tokeshi, H. 2001. La función de los microorganismos en un sistema agropecuario. Congreso de Microorganismos benéficos en la agricultura moderna: estrategias para sistemas más sostenibles. Universidad EARTH, Guácimo, C.R. 8 p.



## POTENCIAL PRODUCTIVO Y ECONÓMICO DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN EL SUR-SURESTE MEXICANO

\*Aguilar D. Y<sup>1</sup>., Ramírez J. G<sup>1</sup>., Cano G. A<sup>1</sup>., Ramírez S. J<sup>1</sup>., Loeza D. V<sup>1</sup>., Escudero R<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Investigadores del Centro de Investigación Regional Sureste del INIFAP del Programa del Centro de Cooperación para el Desarrollo de los Trópicos (CECODET). Calle 6 No. 398 X 13, Av. Correa Rachó, Col. Díaz Ordaz. C.P. 97130 Mérida, Yucatán, Tel. (999) 1 96 11 83 Ext. 601 y 602. aguilar.yameli@inifap.gob.mx

<sup>2</sup> Profesionista independiente

T-73

### RESUMEN

El consumo de productos derivados del cacao ha aumentado una tasa media anual del 25 %, oportunidad que el sur-sureste mexicano debería aprovechar. El objetivo del presente estudio, fue identificar áreas con potencial productivo y rentabilidad del cacao en el sur-sureste. Se utilizaron bases de datos y cartografía generada por el INEGI para crear unidades homogéneas de evaluación por medio del modelo SWAT, así como la asignación de requerimientos agroecológicos y análisis financieros integrados en un sistema información geográfica, para la simulación y calibración del rendimiento del cultivo de cacao. Entre los principales resultados se estimó una superficie total de 623,817 ha con potencial productivo alto (0.82 - 1.22 T ha<sup>-1</sup>) y rentable, con una relación beneficio-costo de 1.61, ubicadas principalmente en Veracruz, Oaxaca, Chiapas y Tabasco.

**Palabras clave:** SWAT, zonificación agroecológica, análisis financiero, rendimiento.

### INTRODUCCIÓN

En México, la producción de cacao se encuentra concentrada en cuatro estados: Tabasco (70 %), Chiapas (29 %), Oaxaca y Guerrero (1 %). Aproximadamente, el 96% de la producción total corresponde a la modalidad temporal y el otro 4 % corresponde a la modalidad de riego. De acuerdo a la Fundación Cacao México (FCM), a pesar de que el país cuenta con las condiciones climáticas para ser uno de los principales productores de cacao, en realidad, no lo es, pues ocupa el onceavo lugar en producción a nivel mundial, participando con menos del 2 % de la producción total (FAO, 2004).

La mayor producción de cacao en el país, se obtuvo en el 2003 al reportarse 49,965 toneladas, sin embargo, la producción total presentó anualmente en promedio una disminución del 7.6 % en el período 2002-2008 (Financiera Rural, 2009). La última cifra de producción reportada por el SIAP (2014) es para el año 2012, con una producción total de 27,619.11 toneladas, menos de la mitad registrada en el 2003. Con respecto a los rendimientos, en el país se reporta un promedio de 500 kg/ha, que es un rendimiento bajo comparado con Indonesia que se encuentra en 950 kg/ha (González, 2005). Se puede observar que la producción de cacao presenta una tendencia negativa, asociada directamente con su bajo rendimiento y los bajos ingresos que representa para los productores (Financiera Rural, 2009).

De acuerdo con la FCM, desde hace 20 años, el consumo de productos derivados del cacao ha aumentado a una tasa media anual de 2.5 %, lo que significa que la demanda de cacao se duplica cada 25 años, por lo tanto, para satisfacer esta demanda la producción mundial debe elevarse considerablemente, oportunidad que el sur-sureste de México debería aprovechar, pues está documentado que en épocas prehispánicas, se cultivaba cacao prácticamente en cualquier sitio que presentara condiciones mínimas para su desarrollo (Millon, 1955, citado por Ogata, 2007). Bajo este contexto, es necesario identificar las zonas de mayor aptitud a través del análisis del





potencial productivo del cultivo de cacao en el sur-sureste mexicano, que incluye los estados de Puebla, Veracruz, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Tabasco, Campeche, Quintana Roo y Yucatán, que abarcan una superficie total de 502811.3 km<sup>2</sup> que representa aproximadamente el 27.5 % del territorio mexicano.

Para lo anterior, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés) ha propuesto la metodología de Zonificación Agro-ecológica (ZAE), un método que combina variables edáficas, fisiográficas, climáticas y de manejo de cultivos, para delimitar las áreas con mayor potencial. Actualmente, los estudios de ZAE, son más factibles con la ayuda de los sistemas de información geográfica (SIG) y modelos como el “*Soil and Water Assessment Tool*” (SWAT) (Neitsch *et al.*, 2005), siendo este último un modelo de simulación originalmente diseñado para el manejo de recursos hídricos, pero su rápido desarrollo e inclusión de otros modelos del contexto agrícola, el SWAT actualmente permite elaborar escenarios para la estimación de biomasa y rendimientos de diferentes cultivos (Inurreta-Aguirre *et al.*, 2013). Los análisis espaciales de simulación con el SWAT y SIG's, aunados a la investigación financiera, son útiles para generar cartografía del potencial productivo de cultivos de interés con alta rentabilidad económica con base a la relación beneficio-costos. Este tipo de estudios integrales (medio biofísico, manejo de cultivos, requerimientos agroecológicos y análisis financiero), ofrece información más precisa y de utilidad para la toma de decisiones, dirigida a orientar los apoyos económicos en áreas que ambientalmente aseguren la obtención de cosechas rentables y la recuperación de la inversión.

### **Objetivo**

Determinar las áreas con potencial productivo para el cultivo del cacao en el sur-sureste mexicano, a través de la simulación del rendimiento considerando requerimientos agroecológicos y su factibilidad económica.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

La metodología general consideró tres etapas. La etapa uno consistió en la generación de las unidades de evaluación mediante operaciones cartográficas y el SWAT. En la etapa dos, a las unidades de evaluación se les asignaron diversas variables biofísicas (relieve, suelo y clima), de manejo y conocimiento experto, para simular, calibrar el modelo y estimar el rendimiento del cultivo. Finalmente, en la etapa tres, se incluyó el factor económico mediante un análisis financiero del cultivo, el cual sirvió como elemento para discriminar las unidades de evaluación y obtener como producto final, un mapa del rendimiento del cultivo económicamente rentable (Figura 1). A continuación se detallan los procesos.

Descripción del modelo SWAT. El SWAT es un modelo matemático de simulación dinámica, trabaja a nivel de cuenca en una interfaz con SIG, específicamente ArcSWAT. Permite la simulación de los procesos más importantes de la cuenca como la hidrología, la sedimentación, la transferencia de nutrientes, el crecimiento de los cultivos, ciclos biogeoquímicos y cambio climático. Con el uso de datos de entrada (insumos), el SWAT persigue describir el funcionamiento físico de estos diferentes componentes y sus interacciones, de manera sencilla y realista posible a través de ecuaciones y modelos conceptuales, con el fin de que sea útil en la planificación y la toma de decisiones de un territorio.

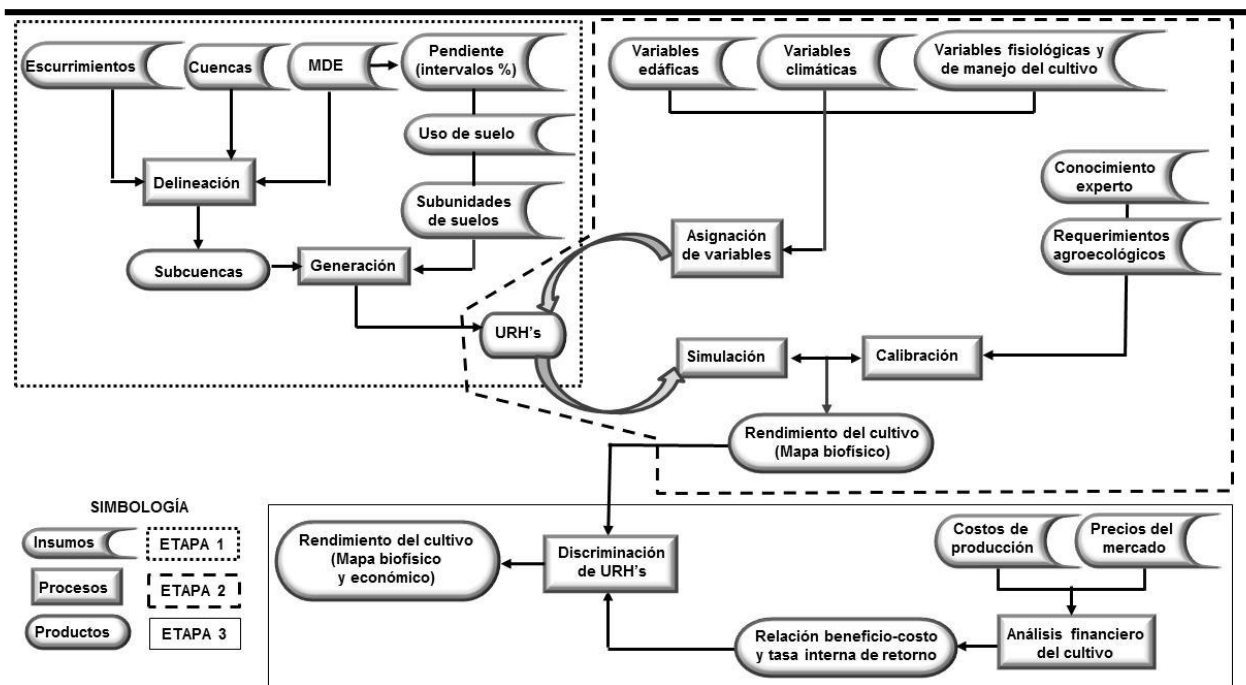


Figura 1. Diagrama metodológico general

**Etapa 1.** Para la delineación de subcuencas, se utilizó un mapa de escurrimientos, cuencas y el modelo digital de elevación (MDE) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Al mapa de subcuencas generado, se le incluyeron suelos, uso de suelo e intervalos de pendientes. Se utilizó la información del mapa edáfico reportado también por el INEGI (escala 1:250000). Para determinar el uso de suelo, se generó una máscara formato raster asumiendo el total del área como uso agrícola. Para la generación de los intervalos de pendiente se generaron cinco categorías (0-3, 3-8, 8-15, 15-30 y > 30 %) con base al MDE. Los insumos descritos sirvieron para la generación de las unidades de evaluación, que en el modelo SWAT se denominan Unidades de Respuesta Hidrológicas (URH's). Las URH's son áreas que pertenecen a la misma subcuenca, presentando homogeneidad interna con respecto a los insumos (pendiente, suelo y uso de suelo).

**Etapa 2.** Al mapa de las URH's, se le incluyeron otras variables edáficas y climáticas, así como los parámetros fisiológicos y de manejo del cultivo, para simular y estimar el rendimiento. Con respecto a suelos, la base de datos contiene 829 perfiles caracterizados en 59 clases (46 subunidades de suelo, más 13 nuevas clases creadas por presentar fase lítica) y clasificadas de acuerdo a la FAO. Con respecto al clima, se utilizaron datos históricos de 1074 estaciones climáticas con datos de precipitación, temperatura máxima, mínima entre otras, de por los menos 100 años dentro del periodo 1912-2012. Los datos estadísticos mensuales fueron calculados con el generador climático del modelo *Environment Policy Integrated Climate* (EPIC) (Sharpley y Williams, 1990). Para el proceso de simulación, el SWAT evalúa cada estación meteorológica con base a la proximidad al centroide de cada una de las 818 subcuencas generadas por el modelo.

Con respecto a los parámetros fisiológicos y manejo del cultivo, el SWAT posee una estructura interna de bases de datos para la captura de las variables correspondiente al cultivo de evaluación. Para llevar a cabo el proceso de cálculo de generación de biomasa del cultivo, se introdujo los parámetros de manejo, que considera, las fechas de inicio y cosecha, dosis de



fertilización y labores de cultivo, ya que estos datos forman parte de las variables de mayor sensibilidad.

Las variables descritas anteriormente, sirvieron para realizar la simulación de los rendimientos del cacao para cada una de las URH's. Sin embargo, los resultados preliminares, fueron calibrados considerando los requerimientos agroecológicos del cacao (Cuadro 1) y el conocimiento experto (investigación y monitoreo en campo). Este proceso de calibración se realizó para obtener una mejor calidad y precisión en las estimaciones del rendimiento.

Etapa tres. Se realizó un análisis financiero de las URH's por medio de una matriz económica basado en los costos de producción y los precios de mercado, con los cuales se calcularon los valores de Relación Beneficio-Costo (RB/C) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Los resultados de este análisis, sirvieron para incluir el factor económico, identificar la rentabilidad del cultivo y mejorar el mapa del rendimiento del cacao.

El producto final, fue un mapa del rendimiento ( $T\ ha^{-1}$ ) y rentabilidad del cacao, clasificado en cuatro categorías (muy bajo, bajo, medio y alto) por medio del método de “*Natural breaks*” o “cortes naturales”, en el cual es posible identificar aquellos puntos de corte entre clases que minimizan la suma de la varianza entre grupos, lo que permite identificar agrupamientos y patrones inherentes en los datos.

Cuadro 1. Requerimientos agroecológicos del cacao

Variable	Óptima	Subóptima	No apta
Temperatura media anual ( $^{\circ}C$ )	21 a 32	10 a 21 32 a 38	< de 10 > de 38
Altitud (msnm)	0 a 500	500 a 900	> de 900
Precipitación media anual (mm)	1500 a 3000	de 1000 a 1500 de 3000 a 5000	< de 1000 > de 5000
Suelos	AN, FL, RGeu, LV, NT	CM, KS	AC, PL, GL, HS, VR, SC, LP, RGca
Textura	Media	Ligera	Pesada
Profundidad (m)	> 1	1 a 0.5	< de 0.5
pH	5 a 6.5	4 a 5 6.5 a 8	< de 4 > de 8
Meses secos (< 100 mm)	< de 2	2 a 3	> de 3
Drenaje	Bueno	Medio	Deficiente

AN: Andosol; FL: Fluvisol, RG: Regosol; LV: Luvisol; NT: Nitosol; CM: Cambisol; KS: Kastañozems; AC: Acrisol; PL: Planosol; GL: Gleysol; HS: Histosol; VR: Vertisol; SC: Solonchak; LP: Leptosol; eu: eútrico; ca: calcárico.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se generaron un total de 818 subcuencas y 54390 URH's en toda la zona de estudio. En la Cuadro 2, se presentan los resultados de la estimación del rendimiento con el modelo SWAT, sin y con los datos de requerimientos agroecológicos e indicadores financieros. Como puede observarse, para ambos casos las categorías o clases del rendimiento son similares, sin embargo, la superficie estimada resultante fue mayor, cuando no se consideraron los requerimientos agroecológicos ni los indicadores financieros



**Cuadro 2. Rendimientos estimados con el modelo SWAT**

Clases	Rendimiento (T ha <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	Superficie (ha) <sup>1</sup>	Rendimiento (T ha <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>	Relación beneficio-costos	TIR (%)	Superficie (ha) <sup>2</sup>
Muy bajo	0.003 - 0.25	7295797.66	0.01 - 0.29	0.48	0	849572.8
Bajo	0.26 - 0.52	9883809.05	0.30 - 0.55	0.74	1	1274797.9
Medio	0.53 - 0.79	11584825.31	0.56 - 0.81	1.08	12	3622070.7
	0.80 - 1.26	1243714.32	0.82 - 1.22	1.61	22	623817.1
Con potencial productivo		30008146.34				6370258.6
Área sin potencial productivo		20272983.66				43910871.4

1: Resultados sin datos de requerimientos agroecológicos e indicadores financieros

2: Resultados con datos de requerimientos agroecológicos e indicadores financieros

(30'008,146.34 ha *versus* 6'370,258.39 ha respectivamente). Asimismo, de acuerdo con los indicadores, se puede considerar que el cultivo de cacao es ligeramente rentable a partir de rendimientos superiores a 0.56 T ha<sup>-1</sup>, obteniendo las mejores ganancias cuando los rendimientos superan los 0.82 T ha<sup>-1</sup>, ya que de acuerdo a la relación beneficio-costos, por cada peso invertido, se recuperan 61 centavos. Los resultados también pueden observarse espacialmente en los mapas de las Figuras 2.

El mapa de la Figura 2A, presenta la simulación del rendimiento sin requerimientos agroecológicos ni análisis financieros. La superficie resultante incluye casi la totalidad de la Península de Yucatán, así como las zonas próximas a las costas de Chiapas, Oaxaca y Guerrero. Las mayores superficies (39 y 33 %), corresponden a las categorías “medio” (0.53-0.79 T ha<sup>-1</sup>) y “bajo” (0.26-0.52 T ha<sup>-1</sup>) respectivamente. Solo el 4 % de la superficie con potencial, corresponde a los rendimientos altos (0.80-1.26 T ha<sup>-1</sup>) y están son pequeñas áreas repartidas en las diferentes entidades, principalmente Veracruz, Oaxaca, Tabasco y Chiapas.

En el mapa de la Figura 2B, se muestran los resultados de la simulación y calibración con los requerimientos agroecológicos y el análisis financiero; es evidente que con estos procesos se obtiene un resultado más aceptable, ya que se omite casi en su totalidad la Península de Yucatán, así como las zonas cercanas a las costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Resultando una menor superficie con potencial (6'370,258.64 ha) (Cuadro 2), de las cuales la mayor superficie (57 %) corresponde a la categoría “media” (0.56-0.81 T ha<sup>-1</sup>), que son áreas ubicadas principalmente en el sur de Veracruz compartiendo límites territoriales con Oaxaca y Tabasco. Únicamente el 10% del área con potencial, presenta altos rendimientos (0.82 - 1.22 T ha<sup>-1</sup>) y son pequeñas áreas ubicadas principalmente en Veracruz, Oaxaca, Chiapas y Tabasco. En la Cuadro 3, se detallan las superficies ocupadas por cada categoría de rendimiento. De acuerdo a estos resultados, Oaxaca presenta la mayor superficie (2061.41 km<sup>2</sup>) con rendimiento alto (0.82-1.22 T ha<sup>-1</sup>), seguido de Chiapas (1959.21 km<sup>2</sup>) y Veracruz (1342.51 km<sup>2</sup>).

Los resultados de la simulación con el SWAT y con los requerimientos y análisis financiero (Figura 2B y Cuadro 3), contrastan con los reportados por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). En el 2010, el SIAP registró 54 municipios pertenecientes a las entidades de Tabasco, Chiapas, Guerrero y Oaxaca, que sembraron cacao de temporal, de las cuales únicamente 44 municipios obtuvieron cosechas.

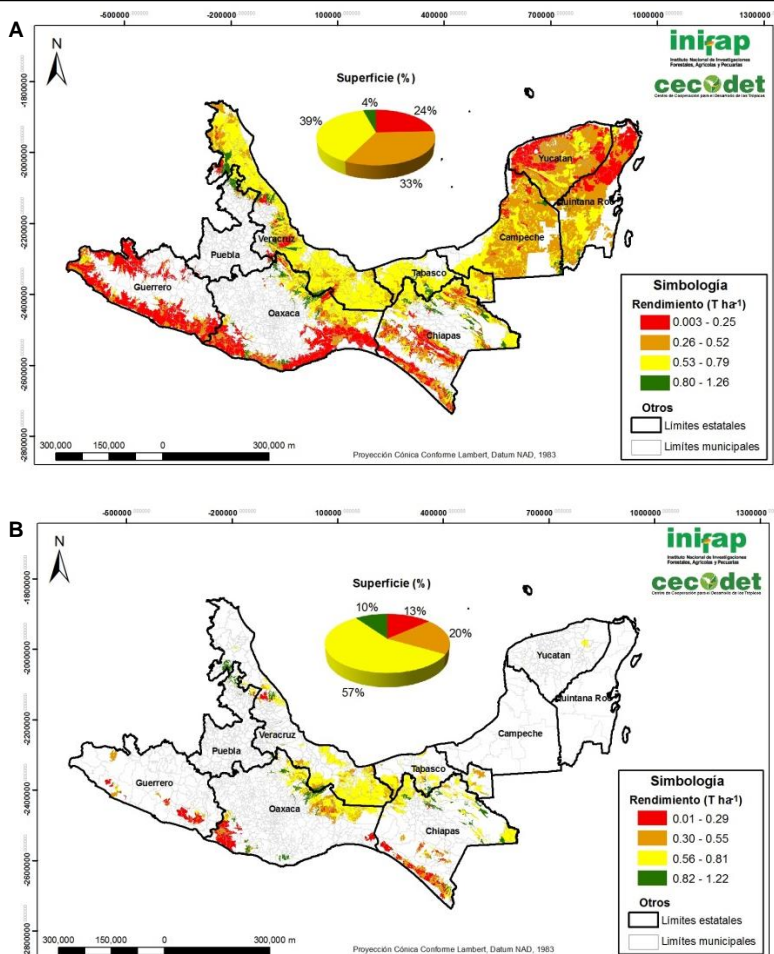


Figura 2. Rendimiento del grano de cacao estimado con el modelo SWAT sin requerimientos agroecológicos ni análisis financiero (A) y con requerimientos y análisis financiero (B)

Asimismo, para el mismo año (2010), el SIAP, una superficie sembrada de 59,182.48 ha, de las cuales, en 58,889.28 ha se obtuvo cosecha. Los valores de la superficie sembrada, también contrastan con la superficie potencial resultante del SWAT, los requerimientos agroecológicos y análisis financiero (Figura 2B), que arrojó 6'370,258.639 ha, aunque de éste total, 3'622,070.7 ha corresponde al nivel medio (0.56 - 0.81 t ha<sup>-1</sup>) y 623,817.1 ha al nivel alto (0.82 - 1.22 t ha<sup>-1</sup>) (Cuadro 2), lo anterior significa que el sur-sureste posee mayores superficies -de la ya utilizada- con potencial para el cultivo del cacao.

En el Cuadro 4, se compara los principales estadísticos del rendimiento obtenido con la simulación y los reportados por el SIAP. Como puede observarse, los valores mínimos arrojados por el SWAT, son muy pequeños comparado con el valor mínimo de rendimiento reportado por el SIAP, que está por arriba de los 200 kg ha<sup>-1</sup>. El caso contrario, sucede con los valores máximos, que son superiores en los rendimientos simulados. El rendimiento promedio sí coincide con los resultados calibrados con el SWAT y los reportados por el SIAP. Sin embargo, las diferencias también radican en cuanto a la distribución espacial de los mayores rendimientos, ya que el SIAP, reporta a municipios del estado de Guerrero con los mayores rendimientos (entre 0.9 a 1.08 t ha<sup>-1</sup>), situación que no se ve reflejado en la simulación y calibración con el SWAT.

Cuadro 3. Superficie estatal (km<sup>2</sup>) para cada categoría de rendimiento de cacao



Entidad	Superficie (km <sup>2</sup> )			Total km <sup>2</sup>
	0.01 - 0.29	0.30 - 0.55	0.56 - 0.81	
Campeche	0	0.37	0	0.38
Chiapas	2428.51	3315.63	7599.62	15302.97
Guerrero	1801.56	1141.68	186.67	3129.91
Oaxaca	<b>3353.00</b>	<b>4075.80</b>	7658.06	<b>2061.41</b>
Puebla	47.19	61.97	407.84	921.16
Quintana Roo	0.00	0.00	0.00	0.00
Tabasco	78.91	1266.79	3848.89	5469.95
Veracruz	416.70	2299.37	<b>14711.59</b>	18770.17
Yucatán	0	7.53	308.61	316.14

En negritas se destaca la entidad que presenta la mayor superficie por cada categoría

Cuadro 4. Comparación de los estadísticos del rendimiento (t ha<sup>-1</sup>) simulados *versus* reportado

Estadístico	Potencial de rendimiento <sup>1</sup>	Potencial de rendimiento <sup>2</sup>	SIAP
Mínimo	0.003	0.02	0.23
Máximo	1.26	1.2	1.08
Media	0.41	0.54	0.52
Desv. Std.	0.26	0.26	0.23

1: Resultados sin datos de requerimientos agroecológicos e indicadores financieros

2: Resultados con datos de requerimientos agroecológicos e indicadores financieros

Los resultados, Guerrero únicamente presentó una superficie con rendimiento alto (0.82 - 1.22 t ha<sup>-1</sup>) de 0.001 km<sup>2</sup> (0.082 ha). Según los datos oficiales reportados por el SIAP, aunque los municipios de Guerrero poseen los mejores rendimientos a nivel nacional, la producción es baja, pues solo se obtiene entre 3 y 30 t del cultivo.

Es importante mencionar, que debido a las escalas cartográficas de las fuentes de información (escalas medias), los resultados simulados y calibrados con el SWAT atienden a ofrecer un panorama general del potencial productivo del cacao en el sur-sureste. Para mejorar los resultados de la modelación, se recomienda realizar estudios de ZAE a escalas más detalladas, que reflejen las particularidades de cada entidad y las condiciones locales principalmente de clima y suelos, pues según un estudio de ZAE, ambas variables fueron las de mayor influencia para ubicar las zonas más potenciales del cultivo de cacao en Cuba (Suárez *et al.*, 2013).

Además, de acuerdo con Millon (1955) citado por Ogata, (2007) en épocas prehispánicas se cultivaba cacao prácticamente en cualquier sitio que presentara condiciones mínimas para su desarrollo, tesis que se comprobó con el hallazgo de plantas cultivadas en diversos cenotes en el centro de la Península de Yucatán, en zonas aparentemente inadecuadas para su desarrollo, y en los traspatios de las casas en muchas localidades del sureste de México, donde actualmente el cacao no representa una actividad agrícola. Ogata (2007) menciona que se requiere extender los esfuerzos en el rescate de los cacaos mexicanos y el desarrollo de variedades resistentes, en entidades como Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Puebla, ya que presentan condiciones adecuadas para su desarrollo.

Aunado a lo anterior, también es importante el rescate del sistema de producción campesina, debido a que representa usos más diversificados que por más de 500 años ha demostrado su sostenibilidad ecológica y económica en la región (Córdova-Ávalos *et al.*, 2001), así como involucrar la actividad agroturística como otra opción para la captación de ingresos.



## CONCLUSIONES

La simulación y calibración del modelo SWAT, permitió ubicar las zonas con rendimientos altos y rentables del cultivo de cacao, estimados entre 0.82-1.22 t ha<sup>-1</sup>, representado una superficie total de 623,817 ha, distribuidas principalmente en Veracruz, Oaxaca, Chiapas y Tabasco.

De acuerdo con el análisis financiero, el cultivo de cacao, comienza a ser rentable a partir de 0.56 t ha<sup>-1</sup>, obteniéndose las mejores ganancias a partir de 0.82 t ha<sup>-1</sup>, con una relación beneficio-costo de 1.61.

## LITERATURA CITADA

- Córdova-Ávalos V., Sánchez-Hernández M., Estrella-Chulím N., Macías-Layalle A., Sandoval-Castro E., Martínez-Saldaña T. y C. F. Ortiz-García. 2001. Factores que afectan la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el ejido Francisco I. Madero del Plan Chontalpa, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* Vol. 17 Núm. 34: 93-100.
- Inurreta-Aguirre H., García-Pérez E., Uresti-Gil J., Martínez-Dávila J. P. y H. Ortiz-Laurel. 2013. Potencial para producir *Jatropha curcas* L. como materia prima para biodiesel en el estado de Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 16: 325-339.
- FAO. 2004. Perspectivas a plazo medio de los productos básicos agrícolas. Proyecciones al año 2010. Documentos de la FAO sobre productos básicos y comercio 1. Roma.
- Financiera Rural. 2009. Monografía del cacao. Dirección General Adjunto de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. Disponible en:  
[http://www.financiararural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADas%20Anteriores/Monograf%C3%ADaCacao\(ago2009\)LC.pdf](http://www.financiararural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADas%20Anteriores/Monograf%C3%ADaCacao(ago2009)LC.pdf)
- Neitsch S. L., Arnold J. G., Kiniry J. R., and J. R. Williams. 2005. Soil and Water Assessment Tool. Theoretical Documentation. Backland Research Center. Texas, U.S.A. 494p.
- González V. 2005. Cacao en México: Competitividad y Medio Ambiente con Alianzas. INIFAP e IPRC para USAID. México. Pg. 27.
- Ogata N. 2007. El cacao. *CONABIO. Biodiversitas* 72: 1-5.
- Riveros S. H. y M. M. Blanco. 2003. El agroturismo, una alternativa para revalorizar la agroindustria rural como mecanismo de desarrollo local. Serie de documentos de trabajo PRODAR. Lima. 33 p.
- Sharpley A. N., and J. R. Williams. 1990. EPIC-Erosion/Productivity Impact Calculator. USDA. Agricultural Research Service, Technical Bulletin No. 1768, Washington, D.C. E.U.A. 235p.
- Suárez G. M., Florido Bacallao R., Soto Carreño F. y A. Caballero Núñez. 2013. Bases para la zonificación agroecológica en el cultivo del cacao (*Theobroma cacao*, Lin) por medio del criterio de expertos. *Cultivos Tropicales*, 2013, vol. 24, no. 2, p. 30-37.



## EFECTO DE MACOLLADORES EN 10 VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR

Miranda Marini R.<sup>\*1</sup>, Hernández Arenas M.<sup>2</sup>, Hernández Estrada C.A.<sup>1</sup>, Mendoza Mexicano M.<sup>1</sup>, Sumano López D<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> INIFAP. Campo Experimental Cotaxtla. Medellín de Bravo, Veracruz.

<sup>2</sup> INIFAP. Campo Experimental Zacatepec. Zacatepec, Morelos.

<sup>3</sup> INIFAP. Campo Experimental Huimanguillo. Huimanguillo, Tabasco.

T-79

### RESUMEN

El cultivo de caña de azúcar es un cultivo que en México se encuentra en constante crecimiento, debido a la amplia demanda de sus productos, así como por el incremento en el precio internacional de los precios lo que genera que sea necesario buscar estrategias para hacer más productivo el cultivo. El objetivo de la presente investigación fue evaluar diferentes promotores de macollamiento mediante el establecimiento de una parcela experimental con 10 variedades de caña de azúcar, siendo MEX 03-36, MEX 03-56, LAICA 82-2220, ITV 92-1424, MEX 02-32, MEX 03-24, MEX 03-47, MEX 03-34, Q-282 y MEX 76-77, en condiciones de riego rodado, en el C.E. Cotaxtla con 3 tratamientos T1: 2 L ha<sup>-1</sup> de Ethepon con una concentración del 21.70 %, T2: 2 L ha<sup>-1</sup> de Yodo libre al 27 % y T3: 1 g ha<sup>-1</sup> de ácido giberélico. Los parámetros agronómicos evaluados fueron germinación y macollamiento. Se realizó análisis de varianza y separación de medias con la prueba de Tukey al 95% mediante el software SAS 9.3 Las variedades MEX 76-77 e ITV 92-1424 presentan un mayor macollamiento respecto a las demás, así mismo el tratamiento que presento mayor plasticidad fue el T2, aunque para algunas variedades el que resultado sobresaliente fue T1. El Yodo activo presenta una alternativa para ampliar la oferta de macolladores a un menor precio.

**Palabras clave:** Ethepon, ácido giberelico, iodo libre

### INTRODUCCIÓN

En México el cultivo agroindustrial de la caña de azúcar es uno de los más importantes a nivel económico, ya que representa el 4.7 % del producto interno bruto del sector primario y a nivel social genera más de 440 mil empleos directos y 164 mil productores de caña, encontrándose distribuidos en 227 municipios de 15 estados.

La superficie industrializada de caña de azúcar en las últimas cinco zafra ha ido en incremento, pasando de 674 mil a 780 mil hectáreas que abastecieron a 55 ingenios en la zafra 2012/13, lo anterior motivado principalmente por el incremento en los precios del azúcar. Así mismo al incrementar la superficie, es necesario también elevar la productividad mediante alternativas rentables para los productores.

En la producción de caña de azúcar hay que tener en cuenta que el desarrollo se divide en cuatro etapas que son germinación (abarca hasta los 60 días), macollamiento o cierre (llega hasta los 120 o 150 días dependiendo las condiciones edafoclimáticas y la variedad), rápido crecimiento (hasta los 270 días) y maduración (de los 300 días en adelante dependiendo de la variedad).

En el cultivo de caña de azúcar el tallo es el órgano de mayor importancia, debido a que en él se almacena sacarosa, bagazo y otros derivados. El tallo se forma al momento de germinar las yemas, y a su vez de este tallo primario se producen nuevos brotes denominados tallos secundarios y así sucesivamente hasta lograr una aglomeración denominada macollamiento (Romero, 2009).





Las variaciones en temperatura nocturna y diurna influyen en el macollamiento, cuando estas variaciones se presentan y el valor promedio es de 26 °C, se favorece de manera natural esta característica, sin embargo se reduce cuando los valores medios son menores a 21 °C (Subiros, 2000).

El incremento en el desarrollo de las cepas (macollamiento), la población de tallos es mayor, y existe una mayor cobertura; esto contribuye a disminuir los efectos nocivos que generan plagas en el cultivo de caña como es el caso de los barrenadores, roedores, mosca pinta, entre otros, por la mayor disponibilidad de alimento se reduce el daño por unidad de superficie (Chávez, 2013).

### Objetivos

Evaluar el efecto de diferentes macolladores en caña de azúcar.

### METODOLOGÍA

El experimento de evaluación de macollamiento en diferentes variedades de caña de azúcar, se estableció el 13 de diciembre de 2013 en el Campo Experimental Cotaxtla perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el cual se localiza en el municipio de Medellín, Veracruz; en un clima cálido subhúmedo, con una temperatura media anual de 25 °C y 1400 mm de precipitación (Cano, *et al.*, 2001) el periodo de lluvias comprende de los meses de junio a octubre. El tipo de suelo es de textura migajón-arcilloso, presentando buen drenaje. La preparación del terreno se realizó mediante un paso de subsuelo, dos pasos con un arado de disco y dos pasos de rastra, para posteriormente realizar el surcado a 1.2 metros.

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con tres repeticiones, el cual conto con 10 unidades experimentales (siendo las variedades de caña: MEX 03-36, MEX 03-56, LAICA 82-2220, ITV 92-1424, MEX 02-32, MEX 03-24, MEX 03-47, MEX 03-34, Q-282 y MEX 76-77), con tres tratamientos aplicados a los 60 días, siendo T1: 2 L ha<sup>-1</sup> de Ethephon con una concentración del 21.70 %, T2: 2 L ha<sup>-1</sup> de Yodo libre al 27 % y T3: 1g ha<sup>-1</sup> de ácido giberélico.

La fertilización se realizó al momento de la siembra mediante la aplicación manual de 200 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato di amónico y a los 60 días de realizada la siembra se aplicaron 100 kg ha<sup>-1</sup> de urea.

El control de malezas se realizó a los 3 días de sembrado mediante la aplicación de 1.5 kg ha<sup>-1</sup> de atrazina (calibre 90), a los 60 días se realizó una limpieza manual y 75 días se realizó el control mediante 2 paquetes ha<sup>-1</sup> de Gesapax Gold (Ametrina, 2 4 D y diuron).

Los parámetros agronómicos evaluados fueron germinación, mediante el conteo de yemas al momento de la siembra, la emergencia a los 30 y 60 días, mediante la contabilización de los tallos principales en cada una de estas fechas (IMPA, 1983). El macollamiento se realizó seleccionando 8 cepas por parcela, a las cuales se les dio seguimiento hasta los 120 días mediante el conteo de tallos útiles (Blanco *et al.*, 2004).

El análisis estadístico de los datos fue mediante el software SAS 9.3, de forma individual y en los casos que se detectó significancia, se realizó la separación de promedios mediante la prueba de Tukey al 5 %



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan las características de germinación de las 10 variedades de caña de azúcar, donde sobresalen LAICA 82-2220, MEX 03-56 y MEX 03-24, presentando valores superiores al 90 %. Cuando la calidad de la semilla es excelente, se puede utilizar una menor cantidad de semilla al momento de la siembra, disminuyendo los costos de establecimiento mediante la utilización de los sistemas de siembra como cordón sencillo o mateado.

Cuadro 1. Germinación de variedades de caña de azúcar.

Variedad	Germinación (%)		Variedad	Germinación (%)	
	30 días	60 días		30 días	60 días
Mex 03-36	25	87	Mex 03-24	20	96
Mex 03-56	8	96	Mex 03-47	14	68
Laica 82-2220	3	97	Mex 03-34	58	75
Itv 92-1424	47	68	Q 282	16	81
Mex 02-32	34	81	Mex 76-77	35	79

El proceso de macollamiento inicio a los 75 días con las variedades MEX 76-77 e ITV 92-1424, las cuales de forma independiente presentaron mayor número de tallos con 7.58 y 7.48 tallos por macollo respectivamente. Así mismo con los tratamientos aplicados se presentaron diferencias significativas entre los tratamiento con Yodo activo, ácido giberélico y Ethephon, como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Macollamiento por tratamientos aplicados a las diferentes variedades

	T1	T2	T3
MEX 76-77	7.19 a	7.81 a	7.75 a
ITV 92-1424	7.65 ab	8.19 a	6.69 b
MEX 03-24	8.50 a	8.00 a	5.81 b
MEX 03-36	5.69 b	7.50 a	7.50 a
MEX 02-32	7.38 a	6.38 a	6.75 a
MEX 03-56	5.88 b	7.68 a	6.56 ab
Q 282	5.50 b	6.56 a	5.69 b
MEX 03-34	5.38 a	5.63 a	6.06 a
MEX 03-47	5.81 a	5.38 a	5.75 a
LAICA 82-2220	6.00 a	5.06 b	5.00 b

Medias con distinta letra en una fila son estadísticamente diferentes (Tukey,  $p < 0.05$ ).

El tratamiento que presento una respuesta más estable independientemente de la variedad fue el T2 (iodo activo) sobresaliendo en las variedades MEX 03-36, MEX 03-56, ITV 92-1424, Q 282 Y MEX 76-77, el T1 (Ethephon) fue mejor en 4 variedades LAICA 82-2220, MEX 03-56, MEX 03-24, MEX 03-47 y para el T3 (ácido giberélico) fue la MEX 03-47.

La influencia de las variedades, se comparó en el Cuadro 3, donde se observan que las de mayor macollamiento es la MEX 76-77.



Cuadro 3. Macollamiento en variedades de caña

Variedad	Tallos
MEX 76-77	7.58 a
ITV 92-1424	7.48 ab
MEX 03-24	7.44 ab
MEX 03-36	6.94 ab
MEX 02-32	6.83 ab
MEX 03-56	6.71 b
Q 282	5.92 c
MEX 03-34	5.69 c
MEX 03-47	5.65 c
LAICA 82-2220	5.35 c

Medias con distinta letra son estadísticamente diferentes (Tukey,  $p < 0.05$ ).

### CONCLUSIONES

Los resultados muestran que independientemente del tratamiento para mejorar el macollamiento de las variedades caña de azúcar, cada una de ellas presenta un potencial en la producción de tallos diferenciado. Así mismo el mejor tratamiento en las condiciones del Campo Experimental Cotaxtla fue el T2 con 2 L ha<sup>-1</sup> de Yodo libre al 27 % incrementando de un 5 a un 7 % el macollamiento respecto a los demás tratamientos.

### LITERATURA CITADA

- Subiros RF. 2000. Caña de azúcar. San José C.R. 448 p.
- Instituto para el mejoramiento de la producción de azúcar (IMPA). 1983. Programa de Variedades objetivos, importancia y metodología experimental. México. pp: 1-38.
- Blanco M. A., J. Borroto, J. L. Golles, Y. Capdesner, A. Cervantes, S. Rodríguez, M. Rivas y H. Peralta. 2004. Dinámica del crecimiento y desarrollo de cuatro variedades de caña de azúcar (*Saccharum sp.*): Aspectos fisiológicos y azucareros. *Cultivos tropicales* 24(1): 47-54.
- Chávez M.A. 2013. La maduración, su control y la cosecha de la caña de azúcar. Liga agroindustrial de la caña de azúcar. Costa Rica. Consultado el 7 de julio de 2013. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca2/servlet/DownloadServlet?c=443&s=2521&d=1760>
- Romero, E.R. 2009. Manual del cañero. 1era edición Edit. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC), Tucumán, Argentina. 232 p.



## VARIETADES PROMISORIAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN VERTISOLES DEL CENTRO DE VERACRUZ

Miranda-Marini R<sup>\*1</sup>, Hernández-Estrada C. A<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INIFAP. Campo Experimental Cotaxtla. Medellín de Bravo, Ver.  
miranda.rogelio@inifap.gob.mx

T-80

### RESUMEN

El estado de Veracruz es el principal productor de caña de azúcar, se cultivan aproximadamente trescientas mil hectáreas, de las cuales el 40 % se localiza en zonas de riego y riego de auxilio, siendo la principal limitante la variabilidad de tipos de suelos. Por ello, el objetivo fue evaluar el comportamiento agrícola e industrial de 20 genotipos de caña de los cuales 19 fueron Colmex de reciente generación y como testigo regional la variedad ITV 92-373 en un vertisol de Veracruz en condiciones de riego. El trabajo se realizó en el área de influencia del ingenio Providencia, en el municipio de Omealca durante la zafra 2012-2013, mediante el establecimiento de una parcela de caña de azúcar con un diseño experimental en bloques al azar con tres repeticiones, la unidad experimental fue de 4 surcos por 8 m lineales (la separación del surco fue 1.2 m). Los resultados muestran que en las condiciones edafoclimáticas donde se estableció la parcela existen al menos tres variedades de caña de azúcar (COLMEX 05-38, COLMEX 05-147 y COLMEX 05-484) presentando un mayor potencial productivo de biomasa entre el 15 y el 40%; así también en cuanto a rendimiento en fábrica sobresalieron el 75 % de las variedades, incrementando los rendimientos hasta un 2.6 % en sacarosa con respecto a las variedades que se siembran a nivel comercial en la zona centro de Veracruz.

**Palabras clave:** variedades, *Saccharum officinarum*, rendimiento, sacarosa

### INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es el principal cultivo agrícola generador de divisas para México, el segundo en importancia económica a nivel nacional después de la producción de maíz para grano, así mismo el país ocupa el quinto lugar en producción con más de cincuenta y tres millones de toneladas de caña, además es el cuarto exportador a nivel mundial de azúcar (FAO, 2013). En la zafra 2012-2013 se produjeron cerca de siete millones de toneladas de azúcar (SAGARPA, 2013) generando ingresos para más de trescientas mil personas, de las cuales el 74% viven en el medio rural.

Según la SAGARPA (2007) a nivel comercial se cultiva el 75 %, de la superficie con solo dos variedades de caña de azúcar, la CP 72-2086, Mex 69-290, en lo que respecta a los últimos años se han incursionado variedades nacionales (Atemex, LT, ITV, Colmex, ) y extranjeras (RB, RD, CP, Co, SP, My, entre otras), adicionalmente se ha carecido de la evaluación agroindustrial previa a su liberación en las áreas productoras y no se tiene determinada su adaptabilidad, rendimiento potencial y posibles problemas sanitarios en las zonas de abasto de los ingenios de México.

En el estado de Veracruz se localiza el 40% de la superficie nacional con caña de azúcar y aproximadamente trescientas mil hectáreas, de los cuales la mayor superficie se localiza bajo el régimen de temporal, presentando rendimientos de 62.2 t ha<sup>-1</sup> los cuales son inferiores a la media nacional de 66.6 t ha<sup>-1</sup>, mientras que estados donde se han realizado evaluaciones de la adaptabilidad de las nuevas variedades como Puebla, Morelos presentan rendimiento de 109 y 108 t ha<sup>-1</sup> respectivamente.

La evaluación agroindustrial consiste en evaluar cuantitativa y cualitativamente los tallos de caña de azúcar, ya que están constituidos por jugo y fibra (formada principalmente por

celulosa). El jugo está compuesto por agua y por los sólidos solubles (sacarosa y otros constituyentes) cuyo contenido se miden los °Brix (expresado en porcentaje del jugo). El contenido aparente de sacarosa (azúcar comercial), expresado como un porcentaje del jugo se denomina Pol% jugo, mismo que es el parámetro industrial más importante, seguido por los azúcares reductores (relación sacarosa-glucosa), representan un parámetro de madurez importante, ya que al madurar la caña, los azúcares reductores se transforman a Sacarosa por deshidratación. La relación se mantiene baja cuando la caña está en crecimiento, pero debe aumentarse conforme se acerca su madurez fisiológica, un valor de 8 o mayor, preferiblemente, se considera bueno para lograr altos rendimientos. Y el porcentaje de fibra en caña, ya que afecta el azúcar recuperable y disminuye la cantidad de jugo en la caña (Chávez, 2013).

En el jugo existen otros compuestos solubles orgánicos e inorgánicos, como ácidos orgánicos, nutrientes minerales, oligosacáridos, polisacáridos, colorantes, proteínas y otros, diferentes de la sacarosa, que se denominan usualmente No-Pol o No-sacarosa, los cuales resultan de la diferencia entre el °Brix y el Pol.

Por todo lo anterior el objetivo del presente trabajo consistió en evaluar la adaptabilidad de 20 genotipos de caña de azúcar en un vertisol del centro de Veracruz en condiciones de riego.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El experimento de evaluación de variedades de caña de azúcar, se estableció en marzo de 2012 en el área de influencia del ingenio Providencia, localizado en el municipio de Omealca, Veracruz a los 18° 45' de latitud norte y 94° 47' de longitud oeste; presentando clima cálido húmedo regular, con una temperatura media anual de 21.6 °C y 2390 mm de precipitación el periodo de lluvias abundantes en verano y algunas en otoño. El tipo de suelo es un Vertisol, de textura arcillosa, presentando deficiente drenaje superficial y un bajo contenido de materia orgánica.

La preparación del terreno se realizó mediante un paso de subsuelo, dos pasos de barbecho y dos pasos de rastra, para posteriormente realizar el surcado.

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con tres repeticiones, el cual conto con 20 unidades experimentales (siendo las variedades de caña: COLMEX 05-38, COLMEX 05-232, COLMEX 05-437, COLMEX 05-147, COLMEX 05-484, COLMEX 05-89, COLMEX 05-255, COLMEX 05-147, COLMEX 05-884, COLMEX 05-147, COLMEX 05-977, COLMEX 05-214, COLMEX 05-897, COLMEX 05-208, COLMEX 05-134, COLMEX 05-192, COLMEX 05-38, COLMEX 05-47, COLMEX 05-238 y como testigo la ITV 92-373) en parcelas de 8 metros de largo con 4 surcos a una separación de 1.2 metros.

La fertilización se fracciono en dos, la primera se realizó al momento de la siembra mediante la aplicación manual de 100 kilogramos de fosfato di amónico, a los 45 días de realizada la siembra se aplicaron de forma mecanizada 350 kilogramos de la fórmula 20-10-10 de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente.

El control de malezas se realizó a los 15 días de sembrado mediante la aplicación de 2 kg ha<sup>-1</sup> de atrazina (calibre 90), a los 50 y 90 días se realizó el control mediante 2 paquetes ha<sup>-1</sup> Gesapax Gold (Ametrina, 2 4 D y diuron).

Los parámetros agronómicos evaluados fueron germinación, mediante el conteo de yemas al momento de la siembra en los 4 surcos de cada parcela experimental y la emergencia a los 30 y 60 días, mediante la contabilización de los tallos en cada una de estas fechas. Para la altura de planta de planta se realizó una medición cada 30 días a partir de los 5 meses de edad, desde



la base de la caña hasta el último collar visible. El número de hojas, se contaron solamente las fotosintéticamente activas cada 30 días a partir de los 5 meses de edad. El diámetro de tallo mediante un vernier digital marca Stanless Steel. Los datos de población y número de tallos fueron tomados mediante el conteo de tallos por parcela útil, adicionalmente se realizó detección visual de carbón y roya cada 30 días. Finalmente para estimar el rendimiento en campo se cosecharon 4 metros lineales centrales de los dos surcos intermedios extrapoliándolo a una hectárea (IMPA, 1983).

Los parámetros industriales que se midieron fueron °Brix (sólidos totales o azúcares presentes en el jugo de la caña de azúcar) en campo a los 9, 10, 11 y 12 meses, se picaron los tallos en el tercio medio con un punzón para extraer el jugo, se tomó una gota inmediatamente después del corte y fue depositada sobre un refractómetro digital de mano marca Atago PAL-1 con graduaciones de 0 a 53 % y precisión de 0.1 %.

A los 12 meses se realizó el análisis de rutina por parte del ingenio Nuevo San Francisco mediante el método Pol-ratio (Zossi, 2010; Romero, 2009 e IMPA, 1983), se determinaron los siguientes parámetros, Pol en porcentaje se realizó mediante una lectura directa de una submuestra clarificada, sobre una solución de 26 g de jugo disuelta hasta 100 mL con agua destilada libre de materia orgánica, determinándose con un polarímetro digital. La fibra en porcentaje, es todo material insoluble en agua (fibra + trash). La pureza es la razón porcentual entre el Pol y los °Brix del jugo. Los azúcares reductores mediante el método del ácido 3,5 dinitrosalicílico.

El análisis estadístico de los datos fue mediante el software SAS 9.3, de forma individual y en los casos que se detectó significancia, se realizó la separación de medias con la prueba de Tukey al 5 %.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el primer año del experimento, se evaluaron 20 variedades de caña, sobre las cuales se midieron diferentes parámetros agrónomos, observándose diferencias significativas entre las variedades evaluadas,  $p < 5\%$ .

Como promedio de las 20 variedades a los doce meses de evaluación la altura fluctuó entre los 1.55 y 2.50 m, las variedades que presentaron mayor altura fueron la COLMEX 05-232 y COLMEX 05-89, con una diferencia significativa sobre las restantes. A esta variedad le siguieron la ITV 92-373, COLMEX 05-270, COLMEX 05-484 y COLMEX 05-134 con 2.30 m cada una. Las variedades de menor altura fueron COLMEX 05-38 con 1.55 m, así como las COLMEX 05-214 y COLMEX 05-437 con 1.80 m.



Cuadro 1. Parametros agrónomicos a los 12 meses de desarrollo.

Variedad	Germinación 60 días (%)	Altura de planta (m)	Población (miles)	Diametro de tallo (mm)
COL MEX 05-147	25.5 <sup>e</sup>	210 <sup>b</sup>	74.4 <sup>ab</sup>	23 <sup>b</sup>
COL MEX 05-134	52.8 <sup>b</sup>	230 <sup>ab</sup>	45.2 <sup>c</sup>	23 <sup>b</sup>
COL MEX 05-897	48.1 <sup>b</sup>	220 <sup>ab</sup>	57.4 <sup>bc</sup>	25 <sup>ab</sup>
COL MEX 05-232	53.4 <sup>ab</sup>	250 <sup>a</sup>	106.2 <sup>a</sup>	25 <sup>ab</sup>
COL MEX 05-47	37.8 <sup>d</sup>	215 <sup>b</sup>	44.0 <sup>c</sup>	26 <sup>ab</sup>
COL MEX 05-238	59.7 <sup>a</sup>	187 <sup>b</sup>	47.3 <sup>c</sup>	28 <sup>ab</sup>
COL MEX 05-147	55.8 <sup>ab</sup>	210 <sup>b</sup>	82.3 <sup>ab</sup>	29 <sup>ab</sup>
COL MEX 05-484	44.9 <sup>c</sup>	230 <sup>ab</sup>	79.8 <sup>ab</sup>	29 <sup>ab</sup>
COL MEX 05-38	54.8 <sup>ab</sup>	180 <sup>b</sup>	91.4 <sup>a</sup>	30 <sup>ab</sup>
COL MEX 05-192	56.4 <sup>ab</sup>	195 <sup>b</sup>	64.8 <sup>b</sup>	30 <sup>ab</sup>
COL MEX 05-884	57.8 <sup>ab</sup>	225 <sup>ab</sup>	97.0 <sup>a</sup>	30 <sup>ab</sup>
COL MEX 05-89	53.0 <sup>ab</sup>	241 <sup>a</sup>	70.2 <sup>b</sup>	31 <sup>ab</sup>
COL MEX 05-214	44.4 <sup>c</sup>	180 <sup>b</sup>	70.8 <sup>b</sup>	31 <sup>ab</sup>
COL MEX 05-147	47.6 <sup>b</sup>	190 <sup>b</sup>	70.0 <sup>b</sup>	31 <sup>ab</sup>
COL MEX 05-977	51.4 <sup>b</sup>	220 <sup>ab</sup>	67.4 <sup>b</sup>	31 <sup>ab</sup>
COL MEX 05-207	62.7 <sup>a</sup>	230 <sup>ab</sup>	58.7 <sup>bc</sup>	31 <sup>ab</sup>
COL MEX 05-255	51.5 <sup>b</sup>	220 <sup>ab</sup>	81.3 <sup>ab</sup>	33 <sup>a</sup>
ITV 92-373	46.0 <sup>c</sup>	230 <sup>ab</sup>	84.7 <sup>ab</sup>	33 <sup>a</sup>
COL MEX 05-437	49.0 <sup>b</sup>	180 <sup>b</sup>	74.3 <sup>ab</sup>	33 <sup>a</sup>
COL MEX 05-38	43.6 <sup>c</sup>	155 <sup>c</sup>	85.7 <sup>ab</sup>	34 <sup>a</sup>
COL MEX 05-147	25.5 <sup>e</sup>	210 <sup>b</sup>	74.4 <sup>ab</sup>	23 <sup>b</sup>
COL MEX 05-134	52.8 <sup>b</sup>	230 <sup>ab</sup>	45.2 <sup>c</sup>	23 <sup>b</sup>

Medias con distinta letra en una columna son estadísticamente diferentes (Tukey,  $p < 0.05$ ).

La germinación de las variedades presentó valores de 25 a 62 % dependiendo la variedad, aunque este parametro no definió el comportamiento agronomico de los genotipos de caña de azúcar. Realizando la extrapolación de tallos de la parcela experimental a tallos por hectarea, se presentó una gran variación entre todas las variedades, siendo la COLMEX 05-232 con 106 mil tallos con mayor población y la Colmex 05-47 con 44 mil tallos con menor número de tallos, presentándose un 25 % de las variedades como regular población (de 40 a 60 mil tallos  $ha^{-1}$ ), el 40 % con buena población (de 60 a 80 mil tallos  $ha^{-1}$ ) y un 35 % de las variedades como muy buena población (más de 80 mil tallos  $ha^{-1}$ ).

El diametro del tallo vario entre 23 y 34 milímetros, presentándose un 40 % de las variedades con diámetros medios (entre 20 y 30 mm) y el otro 60 % con diámetros gruesos (más de 30 mm).

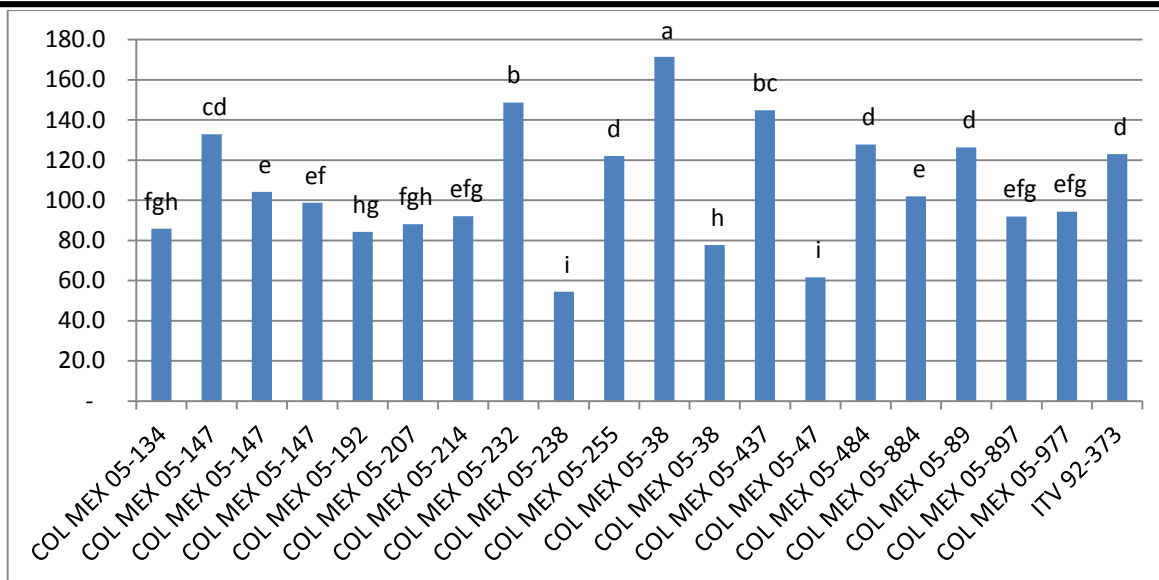


Figura 1. Rendimiento de caña (tha<sup>-1</sup>). Los promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes (Tukey, p<0.05).

El rendimiento de caña presentó diferencias significativas entre las variedades (Figura 1), donde las más rendidoras fueron COLMEX 05-38 con 171 t ha<sup>-1</sup>, COLMEX 05-232 con 148 t ha<sup>-1</sup> y Colmex 05-437 con 145 t ha<sup>-1</sup>, mismos que se vieron relacionados con la mayor población de tallos por hectarea y el diámetro de los mismos, similar a resultados obtenidos en Cardenas, Tabasco (López, 2003), así mismo, el incrementar los rendimientos en campo es uno de los parámetros buscados dentro programa de mejoramiento genético según la Cámara Nacional de la Industria Azucarera y Alcohólica (2012).

Los 20 genotipos evaluados presentaron una variación entre un valor mínimo de 19.39 ° Brix en la variedad COLMEX 05-232 y un valor máximo de 23.20 ° Brix correspondiente a la variedad COLMEX 05-897. Sin embargo otras variedades como COLMEX 05-134, COLMEX 05-147, COLMEX 05-47 y COLMEX 05-255 presentaron valores superiores a los 21 grados brix, siendo una característica deseable poseer más ° Brix (Blanco *et al.*, 2004).

El POL o contenido de sacarosa de la caña de azúcar presentó valores de 13.95 a 21.38 %, respecto al testigo la ITV 92-373 con valores de 17.98 %. Las variedades más sobresalientes fueron la COLMEX 05-897, COLMEX 05-134 y COLMEX 05-147 con valores de 21.38, 20.19 y 20.60 % respectivamente, considerando que el parámetro deseable dentro de la evaluación de variedades son valores superiores a el 15 % (Blanco *et al.*, 2004), siendo que el promedio nacional de sacarosa se encuentra en 13.7 % (SAGARPA, 2007).





Cuadro 2. Calidad industrial a los 12 meses de 22 variedades de caña de azúcar.

Variedad	POL (%)	Fibra (%)	°Brix
COL MEX 05-134	20.19	13.83	22.04
COL MEX 05-147	18.52	15.04	19.89
COL MEX 05-147	20.60	13.65	21.82
COL MEX 05-147	20.04	13.23	21.64
COL MEX 05-192	18.81	16.09	21.29
COL MEX 05-207	19.71	13.75	21.19
COL MEX 05-214	19.04	15.95	21.04
COL MEX 05-232	17.31	11.55	19.39
COL MEX 05-238	18.32	12.57	19.84
COL MEX 05-255	16.73	12.69	22.09
COL MEX 05-38	18.99	16.31	20.64
COL MEX 05-38	19.69	12.93	21.24
COL MEX 05-437	17.39	13.38	20.44
COL MEX 05-47	19.54	14.62	21.84
COL MEX 05-484	19.68	14.88	21.44
COL MEX 05-884	13.95	10.28	15.43
COL MEX 05-89	18.26	15.22	20.69
COL MEX 05-897	21.38	14.69	23.20
COL MEX 05-977	18.98	12.25	20.79
ITV 92-373	17.98	13.73	19.62

## CONCLUSIONES

Haciendo el análisis comparativo de los 19 germoplasmas respecto al testigo regional (ITV 92-373), tres variedades presentaron un comportamiento agroindustrial (rendimiento en campo y contenido de sacarosa) sobresalientes, siendo la Colmex 05-38, Colmex 05-147 y Colmex 05-484. Es recomendable continuar la evaluación de este experimento en los ciclos de soca y resoca 1 y 2, antes de realizar recomendaciones sobre las variedades.

## LITERATURA CITADA

- Blanco M. A., J. Borroto, J. L. Golles, Y. Capdesner, A. Cervantes, S. Rodríguez, M. Rivas y H. Peralta. 2004. Dinámica del crecimiento y desarrollo de cuatro variedades de caña de azúcar (*Saccharum* sp.): Aspectos fisiológicos y azucareros. *Cultivos tropicales* 24(1): 47-54.
- Cámara Nacional de las Industrias Azucarera y Alcohólica. 2012. Programa de variedades. Centro de Investigación y Desarrollo de la Caña de Azúcar. Rosario Izapa, Tapachula, Chiapas.
- Chávez M.A. 2013. La maduración, su control y la cosecha de la caña de azúcar. Liga agroindustrial de la caña de azúcar. Costa Rica. Consultado el 7 de julio de 2013. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca2/servlet/DownloadServlet?c=443&s=2521&d=1760>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2013. Estadísticas de producción por cultivo al 2011. Consultado el 5 de julio de 2013. Disponible en: <http://faostat3.fao.org>
- Instituto para el mejoramiento de la producción de azúcar (IMPA). 1983. Programa de Variedades objetivos, importancia y metodología experimental. México. pp: 1-38.
- López I., E. M. Aranda, J. A. Ramos y G. D. Mendoza. 2003. Evaluación nutricional de ocho variedades de caña de azúcar con potencial forrajero. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, 37 (4): 380-386.



- SAGARPA. 2013. Comisión Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar. Reporte de producción de caña de azúcar, ciclo azucarero 2012/13. pp: 9.
- Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA). 2007. Programa nacional de la agroindustria de la caña de azúcar 2007-2012. pp: 52.
- Romero, E.R. 2009. Manual del cañero. 1era edición Edit. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC), Tucumán, Argentina. 232 pp.
- Zossi, B.S, G.J. Cárdenas, N. Sorol, M. Sastre. 2010. Influencia de compuestos azúcares y no azúcares en la calidad industrial de caña de azúcar en Tucumán. Parte 1: caña limpia y despuntada. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán. 87 (1): 15-27.



## PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Pelargonium graveolens* L'Her. Ex W. Aiton, Y *Aloysia citriodora* Palau, DOS ESPECIES AROMÁTICAS Y MEDICINALES EN XOCHIMILCO, D. F.

Fierro Álvarez A.<sup>1\*</sup>; González López M. M<sup>1</sup>; López López R.<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>Profesor Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Correo electrónico: [afierro@correo.xoc.uam.mx](mailto:afierro@correo.xoc.uam.mx) y [andresfierro\\_agro@yahoo.com.mx](mailto:andresfierro_agro@yahoo.com.mx); <sup>2</sup>Investigador Campo Experimental Huimanguillo-INIFAP, Tabasco.

T-96

### RESUMEN

Se evaluó la propagación vegetativa de dos especies aromáticas y medicinales: citronela (*Pelargonium graveolens* L'Hér. ex W. Aiton) y cedrón (*Aloysia citriodora* Palau) en Xochimilco, D. F. utilizando diferentes tipos de esquejes, se encontró que la simple presencia de brotes vivos no garantiza la formación de raíz. En el cedrón los esquejes que tienen mayor prendimiento en otoño son los leñosos. En la citronela no se obtuvo diferencia significativa en el porcentaje de enraizamiento, sin embargo, el mayor prendimiento se dio en el esqueje leñoso. La aplicación del método más adecuado y la selección de un buen material vegetativo permitieron el incremento de productividad con respecto a la época del año en donde comúnmente no se reproducen esquejes de cedrón y citronela

**Palabras clave:** Esquejes, citronela, cedrón, otoño, propagación vegetativa

### INTRODUCCIÓN

La demanda de plantas aromáticas para jardín en la Ciudad de México aumenta al crecer la población urbana y la necesidad de tener espacios verdes en donde las plantas tienen usos de ornato, medicinal y condimentario, entre estas plantas se encuentran la citronela y el cedrón. Estas especies aromáticas se cultivan a pequeña escala en el Pueblo de San Luis Tlaxialtemalco, Xochimilco, el centro de producción más importante, en donde se localiza el Mercado de plantas y flores del mismo nombre, y de donde se distribuyen a los Mercados de Madre Selva, en Nativitas, Xochimilco y el de Plantas y Flores de Cuemanco, Iztapalapa.

El *Pelargonium graveolens* L'Hér. ex W. Aiton es una rara especie en el género, es nativa de Sudáfrica, Zimbawe y Mozambique, las plantas cultivadas bajo este nombre difieren de los especímenes silvestres ya que corresponde a un híbrido, un cruce probable entre *P. graveolens*, *P. capitatum* y / o *P. radens* u otras especies estrechamente relacionadas. Por ubicarse en la familia Geraniaceae, a menudo se le llama geranio. Se cultiva a gran escala y su follaje se destila por su olor. Cultivares de *P. graveolens* tienen una amplia variedad de olores, incluyendo rosa, cítricos, menta, coco y nuez moscada, así como diversas frutas. Sin embargo, las variedades comerciales más importantes son las que tienen aromas de rosa (Gupta *et al.*, 2001). Esta especie también es conocida comúnmente como: geranio rosa, rosa geranio de olor, malva silvestre y pelargonio rosa perfumado. Sus sinonimias son las siguientes: *Pelargonium intermedium*. La citronela es un arbusto original de África del Sur, puede llegar a alcanzar 1.20 m de altura y 80 cm de anchura; no hay mucha información sobre sus flores pero se sabe que son hermafroditas, posee hojas perennes y está perfumada (Jain *et al.*, 2001).

Esta especie se multiplica por esquejes para obtener nuevos ejemplares e ir renovando los viejos, que van degenerando. Los ejemplares jóvenes florecen más y mejor. La reproducción se puede realizar en casi cualquier época del año, puesto que agarran con facilidad, aunque la mejor época es en otoño. Se pueden aprovechar restos de la poda, siempre que sea material sano. Los esquejes deben ser de unos 10 cm justo por debajo de un nudo, dejando de dos a tres yemas. Se deben eliminar las hojas inferiores y dejar los dos pares de hojas del extremo, es



recomendable dejar secar el corte toda la noche antes de plantarlos al día siguiente en macetas o bandejas con turba. Haciéndolo así, arraigarán mejor. Para favorecer la emisión de raíces y que prosperen casi todos los esquejes es conveniente impregnar la base con un poco de polvo de hormonas de enraizamiento. Cuando empiecen a aparecer los primeros brotes (30-45 días después), quiere decir que el esqueje ha arraigado (Oyanadel, 2002).

El cedrón es originario de la región montañosa de Argentina (Catamarca, La Rioja, Salta), Chile y Perú, en donde se la puede encontrar silvestre. Se la cultiva en numerosas partes del mundo: América, desde Estados Unidos hasta Argentina; Europa, en el sur; África, en el norte y en el sur. Se cultiva con mucha profusión en jardines, pero el desarrollo de la misma requiere un clima soleado y húmedo. Se utiliza para vías y caminos, por su fragancia semejante al limón. Las hojas y las flores exhalan un suave aroma y por eso se ha usado en perfumería, cosmética e incluso en pastelería. Los tallos con hojas para ser utilizadas como complemento en arreglos florales, se deben secar en un desecante. Se utiliza en gastronomía como especia y para preparar una infusión digestiva y refrescante (Potocnjak, 2003).

Se puede propagar por división de matas, acodos, o estacas. La multiplicación por semillas no se realiza debido a su escaso o nulo poder germinativo. En los cultivos comerciales el método preferido es por estacas, trozos de ramas del año anterior o del mismo año, de unos 10 a 15 cm. de largo, con 2 ó 3 nudos. Se pueden obtener de las ramas cosechadas, luego de quitarles las hojas. Se pueden hacer enraizar en vivero o llevarlas al campo (Sánchez, 2000). En el primer caso serán plantadas a unos 10 cm de distancia en todo sentido, en tierra fértil, suelta y abonada. Tal trabajo puede realizarse en otoño, protegiendo a las estacas del frío invernal con coberturas de paja u otro material, que se irán eliminando a medida que progresa el arraigue. El trasplante de estacas enraizadas puede hacerse al comienzo de primavera. Previamente el terreno habrá sido preparado con las aradas y rastreadas correspondientes a sus características físico-químicas, complementadas en caso necesario, con la adición de abonos. Este método es el más utilizado.

La información técnica sobre la propagación de estas dos especies aromáticas para el Distrito Federal o la zona centro del país, disponible es muy limitada o casi nula, en relación con la propagación de estas dos especies aromáticas, lo que informan los productores de San Luis Tlaxialtemalco, Xochimilco, por otra parte se buscó información relacionada con la propagación de estas aromáticas por los productores de estas especies en el sur del D. F, lo realizan en primavera y verano, aunque la demanda esta especies en los diferentes mercados es durante todo el año, pero la información técnica de estas especies para México es muy limitada, casi nula, por otra parte los comerciantes de estas especies informa que durante el otoño y el invierno tienen problemas para la obtención de plantas para venta.

Es entonces importante el análisis de las variables de reproducción en material vegetal, épocas del año he incluso tratamientos y sustratos para constatar los casos más efectivos de propagación.

### **Objetivo**

Propagar y medir el porcentaje de prendimiento de esquejes de Cedrón (*Aloysia triphylla* L'Her) y Citronela (*Pelargonium graveolens* L'Her), especies de importancia económica para Xochimilco, en la época de otoño.

### **METODOLOGÍA**

El trabajo se desarrolló en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre del año 2011, en el predio agrícola "Las Animas" de la UAM-Xochimilco ubicado en Tulyehualco,



Xochimilco, D. F. se ubica a una a 2300 msnm, con clima templado subhúmedo con lluvias de verano.

Los esquejes fueron obtenidos de plantas madre sanos, de cedrón se obtuvieron esquejes semileñosos y leñosos y de citronela esquejes herbáceos, semileñoso y leñosos. En las dos especies se buscó que tuvieran de 3 a 4 yemas. Se desinfectó el material de corte antes del experimento para evitar enfermedades. Los esquejes fueron colocados en charolas de 72 cavidades con sustratos de perlita y vermiculita relación 2:1, se utilizó como fitohormonas comerciales para enraizar el RADIX 1500 que tiene como ingrediente activo AIB ácido Indol-3 Butírico al 0.15% el polvo se colocó en un extremo del corte del tallo.

Los tratamientos evaluados fueron los diferentes tipos de esqueje, se muestran en el Cuadro 1. Las charolas se colocaron bajo una cubierta plástica, los riegos fueron manuales. Cada tratamiento consta de 216 esquejes, con tres repeticiones por tratamiento en donde cada unidad experimental constó de 72 esquejes los que permite sembrar una charola comercial. Estas charolas se colocaron en un arreglo estadístico en bloques al azar dentro de una cubierta plástica. A los 50 días, se realizaron las mediciones, se tomaron 20 plantas por repetición, dando un total de 60 por tratamiento, en los que se evaluó el prendimiento (enraizamiento), tamaño de plántula, número de ramas con hojas. Finalmente se hicieron análisis de varianzas y pruebas de medias de todas las variables mediante el paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5 hecho por la Universidad Autónoma de Nuevo León, facultad de agronomía (Olivares, 1994).

Cuadro 1. Tratamiento y cantidad de unidades experimentales para el estudio.

Especie	Tratamiento (Tipo de Esqueje)	Total de esquejes
Cedrón	Semileños (ECSL)	216
	Leñosos (ECL)	216
Citronela	Herbáceos (EPH)	216
	Semileños (EPSL)	216
	Leñosos (EPL)	216

Los esquejes fueron regados manualmente dos veces a la semana, una vez con agua y otra agregando al agua el producto comercial RAIZAL 400, su contenido es de 400 ppm de Auxina, Nitrógeno (9 %), Fosforo (45 %), Potasio (11 %), Magnesio (0.6 %) , Azufre (0.8 %), la dosis semanalmente vario de 0.5 g en los primeros días hasta 5g/l en las semanas finales. Además se realizaron cuidados preventivos contra hongos e insectos, para lo que se utilizaron productos comerciales: Cupravit, Fractal, Biocrak y azufre concentrado en dosis recomendados por los fabricantes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Cedrón (*Aloysia triphylla* L´Her)

En el Cuadro 2, se muestran los resultados de los esquejes sembrados, a los 50 días presentaron brotes activos con hojas vivas, es decir se convirtieron en plántulas, se observa que fueron mejores los esquejes leñosos.



Cuadro 2. Efecto del tipo de esqueje del cedrón en el porcentaje de yemas activas con hojas, número de ramas con hojas vivas y porcentaje de prendimiento (enraizamiento) a los 50 días después de la siembra.

Tratamiento	% de yemas activas	No. de ramas con hojas vivas	% de prendimiento
ECL	60.7 a*	2 a	67 a
ECSL	45.7 b	1 b	50 b

ECL = Esquejes Cedrón leñoso; ECSL= Esquejes cedrón semileñosos. \*Diferencia significativa prueba de Tukey nivel de significancia 0.05.

Anónimo (2004) reporta que el cedrón en invierno pierde sus hojas, no obstante llega a soportar heladas de hasta  $-12^{\circ}\text{C}$ , debido a ello se evaluó el prendimiento de los esquejes en esta especie en temporada otoño, ya que en la zona de estudio la temperatura más baja reportada fue de  $-6^{\circ}\text{C}$ .

Respecto del número de ramas con hojas vivas por esqueje prendido, se observa que esta variable fue mayor en los esquejes leñosos.

En relación con el prendimiento de los esquejes formación de raíz, se encontraron también diferencia significativa según el tipo de esqueje, se muestran las plantas que presentaron raíz activa a los 50 días después de la siembra, el mejor valor fue para los esquejes leñosos.

Fica (2010) reportó un estudio en dos épocas del año, en verano (enero-marzo) con esquejes herbáceos, y en otoño (abril-junio) con esquejes leñosos. El porcentaje de enraizamiento se vio afectado significativamente por la época de establecimiento del ensayo, obteniéndose como resultados que en la época de verano se logró un 77.7 % de enraizamiento y en la época de otoño sólo se logró un 24.4 %. De igual forma los esquejes sembrados en el verano presentaron una emisión de raíces más temprana que los esquejes sembrados en otoño. Evaluó también esquejes herbáceos los cuales tardaron aproximadamente 15 días en emitir las primeras raíces en primavera-verano, mientras que los leñosos demoraron alrededor de 50 días en el otoño.

Lo reportado en la literatura para la propagación por esquejes en cedrón, presenta mejor prendimiento en primavera con esquejes herbáceos, esto se puede explicar porque el esqueje herbáceo sintetiza ácido indolacético (AIA), a partir de triptófano, ello gracias a las enzimas que contienen los tejidos jóvenes como por ejemplo hojas jóvenes. Sin embargo, esto no ocurriría en tejidos más maduros, en donde perderían sus auxinas y la capacidad para producirlas. He ahí que los tallos herbáceos puedan tener mayor porcentaje de prendimiento (Oyanadel, 2002). Esta investigación se realizó en otoño y con esquejes leñosos y semileñosos, ya que en otoño no hay herbáceos, pero se lograron porcentajes de prendimiento altos, cualquier parte de plantas puede ser apta para esquejes, por consiguiente en base a estos datos se podría decir que depende de la época del año la parte de la que se realice un esqueje.

Para Chile se reporta que la mejor época para la obtención de esquejes es a fines de invierno antes de que broten las yemas. Deben ser de entre 15 a 25 cm de largo con 4 a 5 yemas, se entierran en cama caliente, a una temperatura de entre  $17$  a  $20^{\circ}\text{C}$ , con una capa de arena de 7 a 10 cm de profundidad y de un metro de ancho, bajo invernadero y de preferencia con túneles plásticos para aumentar la sobrevivencia de los esquejes. El porcentaje de enraizamiento aumenta a 90 % cuando, antes de poner las estacas en la cama caliente, se embeben en una solución acuosa de ácido indolbutírico (AIB) 30 mg/l por 15 horas o 3000mg/l por 1 minuto. A las 2 o 3 semanas comienzan a crecer los brotes y en 4 a 5 semanas más aparecerán las raíces. A pesar de que todas las estacas tienen capacidad de generar brotes no todas diferenciarán raíces (Potocnjak, 2003).



### Citronela (*Pelargonium graveolens* L'Her)

Los valores se muestran en el cuadro 3, de los esquejes que a los 50 días presentaron yemas activas con hojas y prendimiento (enraizamiento) de esquejes de cedrón a 50 días después de siembra en porcentaje.

Cuadro 3. Esquejes que a los 50 días presentaron yemas activas con hojas en porcentaje y el porcentajes de prendimiento (enraizamiento) de esquejes de cedrón a 50 días después de siembra.

Variable	Tratamiento tipo de esqueje	Esqueje	Media en Porcentaje
Esquejes que a los 50 días presentaron yemas activas con hojas	T3 EHC	Herbáceo	39.8 a
	T2 ESLC	Semileñoso	42.8 a
	T1 ELC	Leñoso	45.0 a
Prendimiento (enraizamiento) de esquejes de cedrón a 50 días después de siembra	T3 EHC	Herbáceo	33.0 a
	T2 ESLC	Semileñoso	38.0 a
	T1 ELC	Leñoso	45.0 a

En el Cuadro 3 se observa que en la especie citronela no se presentaron diferencias significativas entre los diferentes tipos de esquejes, para esta época del año cualquier tipo de esqueje puede ser adecuado, pudiéndose obtener buenos resultados independientemente de que sea herbáceo, semileñoso o leñoso, para esta época cualquier de los 3 tipos es viable para la propagación, aunque se obtuvo mayor porcentaje de brotes eso no quiere decir que hubo presencia de raíz, algunos factores físicos o un mal manejo pueden afectar que esta se desarrolle.

La aplicación de los productos comerciales RADIX 1500 y RAIZAL 400 debieron proporcionar a los esquejes una fuente de Auxinas sintéticas, que al igual que las naturales (AIA) debería de reducir el tiempo de enraizamiento y permitir el prendimiento de especies que normalmente son difíciles de propagar, o por época del año. Por lo que, la época del año puede también influir en su capacidad de prendimiento tanto por las condiciones naturales del esqueje como por los factores ambientales que se tendrán durante el enraizamiento. En general las temperaturas templadas favorecen el enraizamiento (primavera y verano), afectándolo las bajas temperaturas de otoño-invierno.

### CONCLUSIONES

1. En el cedrón, los esquejes que tienen mayor prendimiento en otoño son los leñosos; 2. En la Citronela no se observó diferencia significativa en el porcentaje de enraizamiento, sin embargo, el mayor prendimiento se dio en los esquejes leñoso; 3. La aplicación del método más adecuado y la selección de un buen material vegetativo permiten el incremento de productividad con respecto a la época del año en donde comúnmente no se reproducen esquejes de Cedrón y Citronela.

### BIBLIOGRAFÍA

Anónimo, 2004. El cedrón. EL HERBARIVM.  
<http://www.herbarium.cl/index.php?pag=noticia&lang=&id=51>



- Fica, V. C. A. 2010. Efecto de la aplicación de distintos tratamientos hormonales sobre el enraizamiento de estacas de cedrón (*Aloysia triphylla* (l' hérit.) britt) y de dos épocas de propagación. Universidad Utalca. Recuperado el 1 de Diciembre del 2010. [www.dspace.otalca.cl/pdf](http://www.dspace.otalca.cl/pdf).
- Gupta, R.; G. R. Mallavarapu, S. Banerjee and S. Kumar (2001). "Characteristics of isomenthone-rich somaclonal mutant isolated in a geraniol-rich rose-scented geranium accession of *Pelargonium graveolens*." *Flavour and Fragrance J.* 16 319-324.
- Jain, N.; K. K. Aggarwal, K. V. Syamasundar, S. K. Srivastava and S. Kumar (2001). "Essential oil composition of geranium (*Pelargonium sp.*) from the plains of Northern India." *Flavour and Fragrance J.* 16 44-46.
- Olivares, E. 1994. Paquete de diseños experimentales, FAUANL Versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL.
- Ocampo, R. 1994. "Domesticación de plantas medicinales en centro América".
- Oyanadel, S. R. A. 2002. Propagación por esquejes de tres especies medicinales *Buddleja globosa* Hope., *Aristolelia chilensis* (Mol) Stuntz. Y *Aloysia triphylla* L'Her mediante el uso de ácido indolbutírico.
- Potocnjak, R. D. A. 2003. Arquitectura y modelos de regeneración en plantas medicinales comercializadas en Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Departamento de Ciencias Vegetales. [www.fait.puc.cl/pdf](http://www.fait.puc.cl/pdf)
- Sánchez de Lorenzo C. J. M. 2000. Guía de plantas ornamentales. Editorial Mundi-Prensa. España. pp. 6-630.





## PARÁMETROS DASOMÉTRICOS DE UNA PLANTACIÓN COMERCIAL DE *Pinus pseudostrabus* Lindl. EN SALVADOR ESCALANTE, MICHOACÁN

<sup>1</sup>González-Barraza G., <sup>2</sup>García-Magaña J.J., <sup>\*3</sup>Hernández-Ramos J., <sup>4</sup>Muñoz-Flores H.J.,  
<sup>5</sup>García-Espinoza G.G., <sup>3</sup>García-Cuevas X. y <sup>6</sup>Hernández-Ramos A.

, <sup>1</sup>PSP CONAFOR Promotoría Uruapan, <sup>2</sup>Facultad de Agrobiología Presidente Juárez-UMSNH,  
<sup>3</sup>Investigador del C.E. Chetumal-INIFAP <sup>4</sup>Investigador del C.E. Uruapan-INIFAP, <sup>5</sup>Estudiante de Maestría FCF-UANL, <sup>6</sup>Estudiante de Maestría-COLPOS.

T-101

### RESUMEN

En Michoacán, en 2003 el Programa para el Desarrollo de Plantaciones Comerciales (PRODEPLAN) benefició 49 proyectos para 3,653.19 ha, el 69% correspondió al género *Pinus*, 24% a *Cedrela odorata* y *Acrocarpus fraxinifolius*, el 8% a *Eucalyptus sp.* y otras especies nativas tropicales. En el 2003 se realizaron 11 proyectos en el municipio de Salvador Escalante. La plantación fue establecida con una densidad inicial de 1,100 árboles ha<sup>-1</sup> y a la fecha no ha recibido tratamientos silvícolas. Debido a lo anterior, se planteó el objetivo de caracterizar dasométricamente la plantación de *Pinus pseudostrabus* Lindl. de la Parcela 17 Z-1 P1/1 ubicada en el Ejido Casas Blancas, municipio de Salvador Escalante, Michoacán. Los resultados reportan una supervivencia promedio de 96.04%, un diámetro 16.36 cm, IMAD de 1.64 cm, altura de 6.2 m, IMAA 0.62 m, un volumen de 102.4 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> y un IMAV de 10.2 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Estos índices dasométricos se consideran bajos respecto a los obtenidos con otras plantaciones en la región y en el estado de Michoacán, por lo que se deben mejorar aspectos como la calidad de planta, origen del germoplasma, labores culturales y practicas silvícolas necesarias y oportunas.

**Palabras clave:** *Plantaciones comerciales, Pinus pseudostrabus, supervivencia, volumen.*

### INTRODUCCIÓN

En México, se estima que de las 160,499 ha de plantaciones forestales comerciales con apoyos federales establecidas hasta el 2013, el 13% corresponde a plantaciones de *Pinus spp.*, con 20,821 ha y de ellas el 1.8% se estableció en Michoacán con 2,892 ha (CONAFOR, 2013) y 2,520 ha correspondieron a *Pinus pseudostrabus* Lindl. Sin embargo, no existen suficientes estudios que demuestren con precisión la factibilidad para el establecimiento de plantaciones con esta especie en ambientes diversos. El reporte que se tiene para esta especie es sobre sus altas tasas de crecimiento y adaptación a diversas condiciones ecológicas. (CONAFOR, 2013).

El presente estudio parte de la necesidad de generar información acerca del crecimiento e incremento de *Pinus pseudostrabus* en el municipio de Salvador Escalante, Michoacán, puesto que en el área de estudio se tienen establecidas plantaciones de esta especie y de las cuales no se tienen registros dasométricos para tomar decisiones en su manejo para fines comerciales. La plantación estudiada pertenece a la parcela 17 Z-1 P 1/1 del Ejido Casas Blancas y son las únicas de su tipo en la región, debido a que el principal uso de suelo es dedicado a la ganadería y a la agricultura de temporal, siendo éstas actividades poco rentables debido a los factores climáticos y topográficos poco las benefician. El presente trabajo pretende proporcionar una base técnica que permita recomendar y orientar el establecimiento de plantaciones forestales comerciales con esta especie en la región, como una alternativa viable de producción. Se estipula que *Pinus pseudostrabus* tiene la capacidad de presentar altos índices de sobrevivencia y producción de volumen superiores a otras especies de pino y en turnos más cortos en la región Purépecha de Michoacán.

Por lo anterior, se considera que el estudio aporta información necesaria para la conducción silvícola de las plantaciones ya establecidas, así como para el establecimiento futuro de nuevas

plantaciones. El objetivo es caracterizar dasométricamente una plantación de *Pinus pseudostrabus* Lindl., establecida en el Ejido Casas Blancas, municipio de Salvador Escalante, Michoacán.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del área de estudio

La plantación se localiza a 2.5 km al Norte de Casas Blancas, municipio de Salvador Escalante, Michoacán. La región forma parte del Eje Neovolcánico Transversal; formado por los cerros el Frijol, Santa Juana, el Aguacate y el Jazmín (INEGI, 2009). El área se ubica dentro de la Región Hidrológica RH18 Rio Balsas, Cuenca Hidrológica CH067 Rio Tepalcatepec - Infiernillo, Subcuenca Hidrológica SH05 Bacota, Microcuenca 004 Opopeo. Cerca de la plantación se localizan escurrimientos temporales como el Arroyo el Jazmín y Barranca del Tecolote (INEGI, 2007). En la zona se presenta el clima (A) C (w1) que corresponde a templado subhúmedo con lluvias en verano, con una precipitación media anual que oscila en 1200 a 1500 mm (García, 1973; INEGI, 2012).

El suelo es del tipo Andosol Molico (Tm) con características de textura media, capa superficial oscura gruesa rica en nutrientes y con buen contenido de materia orgánica, fase física lítica profunda con rocas duras a más de 1.50 m (INEGI, 1998). El terreno presenta en forma general una topografía plana a ligeramente inclinada, con una exposición predominante Noreste y una pendiente del 5 al 12 %. La vegetación es de bosque templado representada por las especies *P. pseudostrabus*, *P. montezumae*, *P. leiophylla*, *Quercus crassipes*, *Q. rugosa*, *Arbutus xalapensis*, *Crataegus mexicana* y *Prunus capuli* (INEGI, 2009).

### Antecedentes de la plantación

En el año de 2003 se estableció la plantación de *P. pseudostrabus*, con una extensión de 04-50-00 ha, en terrenos destinados a prácticas agropecuarias, el trabajo se realizó con apoyo de CONAFOR del programa PRODEPLAN. La planta se obtuvo del vivero Francisco J. Mujica, ubicado en el municipio de Pátzcuaro, Michoacán.

La plantación se estableció en marco real con un espaciamiento de 3 x 3 m, con una densidad de 1,111 árboles ha<sup>-1</sup>. Hasta el momento no se ha aplicado ningún tratamiento silvícola en la plantación y no se han presentado incendios o agentes que dañen la plantación u otros factores. Se controla la maleza en los meses de junio a septiembre con chapeos y se realizó una poda a los 5 años de edad. La plantación cuenta con cerco perimetral de alambre de púas de cuatro hilos y en los meses de diciembre a enero se elaboran brechas cortafuego en el perímetro de la plantación.

### Tipo e intensidad de muestreo

El tipo de muestreo fue sistemático, con sitios de muestreo circulares de 400 m<sup>2</sup>. La distribución de los sitios se realizó tratando de cubrir toda la superficie de la plantación y evitando la periferia para salvar el efecto de orilla. La intensidad de muestreo fue de 8.88% lo cual representa un tamaño de muestra adecuado (Murillo, *et al.*, 2003). Se tomó información en 10 sitios en las 4.5 ha de la plantación evaluada.

En cada punto de muestreo se eligió un árbol para tomarlo como centro del sitio, para identificarlo se pintó con rojo una franja de 10 cm de ancho a una altura de 1.40 m, posteriormente se numeraron los árboles en orden progresivo iniciando por la hilera orientada hacia el Norte en sentido de las manecillas del reloj y por último se delimito el sitio con listones rojos para evitar evaluar árboles fuera del sitio.

### Variables evaluadas

Las variables cuantitativas fueron el diámetro normal, grosor de corteza, altura total, altura del fuste limpio y el diámetro de copa. El porcentaje de árboles vivos y muertos se obtuvo con la relación de árboles vivos y muertos dividiendo entre el total del arbolado que entraron en cada sitio (Romahn, 1994; Forte, 2005).

### Análisis y procesamiento de datos

Se utilizó el paquete Excel para obtener los promedios y estadística básica de las variables consideradas para su análisis.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Variables cuantitativas

Los resultados de la evaluación de la plantación comercial de *P. pseudostrobus* a la edad de 10 años de establecida en el municipio de Salvador Escalante, Michoacán, arrojó los siguientes resultados de las variables cuantitativas y cualitativas que se describen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Datos promedio por sitio de las variables cuantitativas de la plantación comercial de *P. pseudostrobus* Lindl., a 10 años de establecida en el Ejido Casas Blancas, municipio de Salvador Escalante, Michoacán.

Sitio	DN (cm)	AT (m)	AFL (m)	IMAA (m)	IMAD (cm)	AC (m <sup>2</sup> )	Vcc (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	Vsc (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	IMAV (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	SUP (%)
1	16.23	6.15	2.33	0.61	1.62	5.06	99.0	93.0	9.90	95.97
2	16.50	6.37	2.56	0.64	1.65	5.31	108.5	101.5	10.85	96.23
3	16.20	6.03	2.29	0.60	1.62	5.01	97.7	91.5	9.77	95.88
4	16.27	6.16	2.44	0.62	1.63	4.93	102.0	95.5	10.20	96.00
5	16.59	6.43	2.73	0.64	1.66	5.36	105.7	99.0	10.57	96.10
6	15.77	5.81	2.25	0.58	1.58	5.10	89.5	84.0	8.95	94.89
7	16.48	6.29	2.62	0.63	1.65	5.38	107.0	100.2	10.70	96.15
8	16.43	6.16	2.54	0.62	1.64	5.36	102.5	96.0	10.25	95.98
9	16.73	6.45	2.80	0.65	1.67	5.19	119.5	111.5	11.95	97.01
10	16.41	6.14	2.51	0.61	1.64	5.41	93.2	87.2	9.32	96.21
Media	<b>16.36</b>	<b>6.20</b>	<b>2.51</b>	<b>0.62</b>	<b>1.64</b>	<b>5.21</b>	<b>102.4</b>	<b>95.94</b>	<b>10.2</b>	<b>96.04</b>
Des. Est.	0.26	0.20	0.18	0.02	0.03	0.18	8.47	7.80	0.847	0.51

Dónde: DN.= Diámetro normal a 1.30 (cm), AT = Altura total (m), AFL.= Altura de fuste limpio (m), IMAA= Incremento medio anual en altura (m año<sup>-1</sup>), IMAD= Incremento medio anual en diámetro (cm año<sup>-1</sup>), AC = Área de copa (m<sup>2</sup>), Vcc= Volumen con corteza (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), Vsc = Volumen sin corteza m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, Des.Est.= Desviación estándar, SUP = Supervivencia (%).

### Supervivencia

La supervivencia de la plantación comercial de *P. pseudostrobus* Lindl., a la edad de 10 años fue de 96.04 % (Desv. Est. =0.51) con una variación entre 97.01 % y 94.89 %. Se considera aceptable la supervivencia derivado de las características intrínsecas de la especie, así como a las condiciones actuales que guarda en cuanto a la densidad de arbolado y a la competencia por la luz, nutrimentos, humedad y espacio.

En una plantación de *P. pseudostrobus*, establecida sobre arena volcánica en Nuevo San Juan Parangaricutiro, se emplearon diferentes espaciamientos, los resultados después de cinco años,

señalan los siguientes porcentajes de supervivencia: para el espaciamiento de 2 x 2 m fueron de 80 %; para 2.25 x 2.25 m 52 %; en 2.5 x 2.5 m 71 %, y para 2.75 x 2.75 m fue de 74 % (García y Toledo, 1993).

Con la misma especie y tipo de suelo, en otro estudio realizado por García (1996) en Angahuan, Michoacán se reporta que a 15.2 años de establecimiento la supervivencia fue de 87% y en la localidad de Capacuaro, Michoacán a la edad de 9.7 años con *P. pseudostrobus* el índice varió de 56 a 66 %, con *Pinus douglasiana* de 64 a 80 % y con *P. montezumae* de 58 a 86%.

En Nuevo San Juan Parangaricutiro, *P. pseudostrobus* a 5 años de establecido en terreno preparado mecánicamente y con solo chapeos y combinado con planta a raíz desnuda y con envase presentó sobrevivencias de 83 a 96 % (Muñoz, 1997).

En el estado de México, con *P. pseudostrobus* y *P. patula* se presentan supervivencias de 27 % a solo 10 y 24 meses de plantados (Mexal *et al.*, 2008). En el presente estudio se logró el mayor valor de la supervivencia sobre otras localidades y especies lo que ayuda a dar consistencia a la información obtenida con las otras variables.

#### **Diámetro normal e incremento medio anual en diámetro (IMAD)**

El *P. pseudostrobus*, a los 10 años presentó un diámetro normal promedio de 16.36 cm (Cuadro 1), el rango estuvo entre 16.73 y 15.77 cm (IMAD de 1.7 y 1.6 cm año<sup>-1</sup>). En Capacuaro, Michoacán, la misma especie a la edad de 9.7 años y densidades de 625, 1,600 y 2,500 árboles ha<sup>-1</sup> presentó diámetros de 13.5 a 15.5 cm (IMAD de 1.4 a 1.6 cm año<sup>-1</sup>), el *P. douglasiana* con densidades de 625, 784, 1,100, 1,667 y 2,500 árboles ha<sup>-1</sup> de 16.3, 17.8, 16.7, 15.7 y 14.5 cm (IMAD de 1.7, 1.8, 1.7, 1.6 y 1.5 cm año<sup>-1</sup>) y el *P. montezumae* a las mismas densidades de la especie anterior alcanzó diámetros de 15.8, 15.4, 15.0, 13.8 y 12.7 cm (IMAD de 1.6, 1.5, 1.5, 1.4 y 1.3 cm año<sup>-1</sup>).

En Angahuan, Michoacán a 15.2 años de plantación y a una densidad de 1,100 árboles ha<sup>-1</sup>, el *P. pseudostrobus* alcanzó 20.9 cm (IMAD de 1.4 cm año<sup>-1</sup>) y el *P. montezumae* a la misma edad y densidad logró 19.2 cm (IMAD de 1.2 cm año<sup>-1</sup>).

En la región suroccidental de Michoacán, en la localidad de Dos Aguas el *P. herrerae* a 14.6 años de establecido a una densidad de 1,111 árboles ha<sup>-1</sup> alcanzó un diámetro de 30.1 m (IMAD de 2.1 cm año<sup>-1</sup>). La misma especie a 18.8 de establecida en el Campo Experimental Forestal Barranca de Cupatitzio a densidades de 277, 1,089 y 4,444 árboles ha<sup>-1</sup> alcanzó diámetros de 41.0, 34.0, 29.0 y 24.0 cm (IMAD de 2.2, 1.8, 1.5 y 1.3 cm año<sup>-1</sup>).

Los valores logrados en la plantación comercial son cercanos a los obtenidos en la región de la Sierra Purhépecha, Michoacán con especies, clima y suelos semejantes y solo fueron superados por los obtenidos con *P. douglasiana* y más ampliamente por *P. herrerae* de la región suroccidental del estado (Mas *et al.* 1983; García, 1996; Sáenz *et al.*, 2012).

#### **Altura Total (m) e incremento medio anual en altura (IMAA)**

A diez años de establecida la plantación de *P. pseudostrobus*, con las muestras se obtuvo un promedio de 6.20 m (Cuadro 1) con un rango de 6.45 a 5.81 m (IMAA de 0.58 a 0.65 m año<sup>-1</sup>).

A la edad de 9.7 años y en la misma región Purhépecha, en la localidad de Capacuaro con la misma especie y a densidades de 625, 1,600 y 2,500 árboles ha<sup>-1</sup> se lograron alturas de 6.8, 9.87 y 9.73 m (IMAA de 0.7, 1.00 y 1.02 m año<sup>-1</sup> respectivamente).



En Angahuan a 15.2 años con 1,100 árboles ha<sup>-1</sup> alcanzó 16.3 m (IMAA de 1.07 m año<sup>-1</sup>) y en el Campo Experimental Forestal Barranca de Cupatitzio a 18.8 años y densidades de 10,000 y 2,500 árboles ha<sup>-1</sup> mostró alturas de 19.71 y 18.82 m (IMAA de 1.00 y 1.05 m año<sup>-1</sup>).

Con el *P. douglasiana* a 9.7 años en Capacuaro se obtuvieron alturas 7.8, 8.6, 8.6, 8.6 y 8.7 m a densidades de 625, 784, 1,100, 1,600 y 2,500 árboles ha<sup>-1</sup> (IMAA de 0.8 a 0.9 m año<sup>-1</sup>) y en el Campo Experimental Forestal Barranca de Cupatitzio con densidades de 10,000, 4,444 y 2,500 árboles ha<sup>-1</sup> se obtuvieron alturas de 9.00, 8.53 y 8.16 m (IMAA de 1.04, 0.99 y 0.95 m año<sup>-1</sup>). Los resultados obtenidos a 9.7 años con *P. montezumae* en Capacuaro con densidades de 625, 784, 1,089, 1,600 y 2,500 árboles ha<sup>-1</sup> fueron de 7.60, 8.20, 8.6, 8.1 y 8.33 m (IMAA de 0.78, 0.84, 0.88, 0.83 y 0.86 m año<sup>-1</sup> respectivamente).

En Angahuan a 15.2 años de establecimiento y densidad de 1,100 árboles ha<sup>-1</sup> se obtuvo una altura de 10.2 m (IMAA de 0.66 m año<sup>-1</sup>).

En Tiamba, Michoacán con *P. michoacana* a una densidad inicial de 2,500 árboles ha<sup>-1</sup> y a 13.9 años de edad se presentó una altura media de 10.61 m (IMAA de 0.76 m año<sup>-1</sup>) (Mas *et al.*, 1983; García, 1996; Sáenz *et al.*, 2013).

El *P. patula* en Angahuan, a 17.6 años y establecido a una densidad de 4,444 árboles ha<sup>-1</sup> alcanzó 19.6 m (IMAA de 1.11 m año<sup>-1</sup>).

En el Campo Experimental Forestal Barranca de Cupatitzio a 18.8 años establecido a densidades de 277, 1,089 y 4,444 árboles ha<sup>-1</sup> alcanzó 16.1, 19.4 y 19.6 m (IMAA de 0.85, 1.03 y 1.04 m año<sup>-1</sup>). El *P. herrerae* establecido en Dos Aguas a una densidad de 1,111 árboles ha<sup>-1</sup> y a los 14.6 años presentó una altura a de 14.7 m (IMAA de 1.02 m año<sup>-1</sup>).

Los alturas obtenidas en la plantación comercial indican que las obtenidas por el *P. pseudostrobus* en la plantación comercial en el municipio de Salvador Escalante son menores respecto a las obtenidas en otras localidades aun con la misma especie.

#### **Altura del fuste limpio (m)**

En el caso de la altura del fuste limpio se obtuvo un promedio de 2.51 m (Cuadro 1), el rango estuvo entre 2.80 y 2.25 m. La homogeneidad es derivada de las características intrínsecas de la especie y de las condiciones actuales que guarda la plantación en cuanto a la densidad de arbolado y a la competencia por la luz, nutrientes, humedad y espacio que influyen en la intensidad de la poda natural.

#### **Área de copa (m<sup>2</sup>)**

Para el área de copa se obtuvo como valor más alto 5.41m<sup>2</sup> y el más bajo de 4.93 m<sup>2</sup> y un promedio de 5.21 m<sup>2</sup>.

#### **Volumen con y sin corteza e incremento medio anual en volumen**

Para el volumen sin corteza se obtuvo como promedio 95.94 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (9.59 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) (Cuadro 1), en las muestras el valor más bajo fue de 84.0 y el más alto de 111.5 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (IMAVsc de 8.4 a 11.15 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>). Para el volumen con corteza, se obtuvo un promedio de 102.4 m<sup>3</sup>/ha (IMAV de 10.24 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) (Cuadro 1), el mayor valor de las muestras fue de 119.5 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> y el menor valor fue de 89.5 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (IMAVcc de 11.95 a 8.95 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>).

En el Campo Experimental Forestal Barranca de Cupatitzio, el *P. pseudostrobus* a los 18.8 años de establecimiento y densidades de 10,000 y 2,500 árboles ha<sup>-1</sup> alcanzó 541.3 y 278.2 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (IMAV de 28.8 y 14.8 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>). En el mismo Campo Experimental, el *P. douglasiana* a 8.6 años de establecimiento y a densidades de 10,000, 4,444 y 2,500 árboles ha<sup>-1</sup> logró volúmenes de 147.6, 86.2 y 46.3 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (IMAV de 17.2, 10.0 y 5.4 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> respectivamente) (Mas *et al.*, 1983; Sáenz *et al.*, 2012).

El *P. pseudostrabus* a 9.7 años de establecido en Capacuaro a densidades de 625, 1,600 y 2,500 árboles ha<sup>-1</sup> se obtuvieron volúmenes de 42.2, 86.8 y 155.6 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (IMAV de 4.3, 8.9 y 16.0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>); con el *P. douglasiana* en la misma localidad y edad pero con densidades de 625, 784, 1,089, 1,600 y 2,500 árboles ha<sup>-1</sup> se obtuvieron 51.1, 97.8, 124.8, 123.6 y 210.4 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (IMAV de 5.2, 10.0, 12.8, 12.7 y 21.7 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>), de manera análoga que con *P. douglasiana*, el *P. montezumae* logró 56.6, 85.0, 118.6, 139.9 y 185.0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (IMAV de 5.8, 8.8, 12.2, 14.4 y 19.0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>).

De una plantación establecida en Angahuan, Mich., el *P. pseudostrabus* y el *P. montezumae* a la edad de 15.2 años y a una densidad de 1,111 árboles ha<sup>-1</sup> lograron un volumen de 232.3 y 200.2 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (IMAV de 15.3 y 13.1 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> respectivamente) (García, 1996a).

En la localidad de Tiamba, el *P. michoacana* Mtz. a una edad de 13.9 años establecido a una densidad de 2,500 árboles ha<sup>-1</sup> produjo un volumen de 288.0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (IMAV de 20.7 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>).

El *P. patula* en la localidad de Angahuan a los 17.6 años y una densidad de 4,444 árboles ha<sup>-1</sup> alcanzó un volumen de 299.9 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (IMAV de 17.0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>).

El *P. herrerae* establecido en el Campo Experimental Forestal Barranca de Cupatitzio a una densidad de 1,100 árboles ha<sup>-1</sup> y con una edad de 14.6 años produjo 218.2 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (IMAV de 14.9 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>); en la misma localidad y con la misma edad, el *P. greggii* produjo un volumen de 168.2 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (IMAV de 11.5 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) (Mas *et al.*, 1983; Sáenz *et al.*, 2012).

En plantaciones establecidas sobre suelos pobres en el municipio de Morelia, Mich., las especies que presentaron mayor adaptabilidad fueron: *P. michoacana*, *P. leiophylla*, *P. douglasiana* y *P. pseudostrabus*, las cuales produjeron volúmenes de (IMAV de 9, 8, 7 y 5 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) (Mas *et al.*, 1990).

En Veracruz, en el Cofre de Perote, el *P. patula* en plantaciones de 10, 13 y 15 años de edad alcanzó 149.32, 228.2 y 335.0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (IMAV de 14.9, 17.55 y 22.3 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) y en Huayacocotla del mismo estado a edades de 10, 13 y 14 años logró 176.74, 445.28 y 538.28 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (IMAV de 17.7, 34.2 y 38.4 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) (Monroy, 1998).

Los valores de los volúmenes e IMAV obtenidos de la plantación comercial establecida en Salvador Escalante, Michoacán, son bajos respecto a los observados en otras localidades del estado y notablemente menores a los reportados para plantaciones de *Pinus patula* en el estado de Veracruz que sería probablemente los valores óptimos.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que si bien se logró una alta supervivencia no necesariamente significa que se obtuvieron altos crecimientos como se reflejó en los resultados dasométricos.

Es necesario mejorar algunos aspectos como emplear plantas de calidad propagadas con germoplasma local, también es necesario ensayar otros marcos de plantación para definir el más idóneo para la especie.

Se debe dar alta prioridad al seguimiento puntual del crecimiento para lo cual el establecimiento de sitios permanentes es necesario y aplicar los tratamientos silvícolas con oportunidad, el suelo de la región es de la unidad Andosol que no presenta problemas de compactación y la preparación de terreno puede ser solamente el control de malezas y continuar con la protección contra plagas, enfermedades e incendios.



---

## LITERATURA CITADA

- Comisión Forestal del Estado de Michoacán (COFOM). 2003. Programa Estatal de Reforestación. 2002. Bosques y selvas de Michoacán. Año 1. Vol. 1. No 1. Morelia. Michoacán. 17 p.
- García, M.J.J. 1996. Coníferas promisorias para reforestación en la Sierra Purhépecha. Agenda técnica No.2. CIRPAC. INIFAP. SAGAR. 79 p.
- García, M.J.J. y Aguilar, M.R. 1996. Comportamiento de cuatro especies de pino establecidos en cuatro espaciamientos en Capacuaro, Michoacán. INIFAP.CIRPAC. Folleto Técnico Núm.6.26 p.
- Mas, P.J.; García, M.J.J. y Prado, O.A. 1983. Ensayo de plantaciones forestales en el Campo Experimental Forestal "Barranca del Cupatitzio" SARH. SFF. INIF. México, DF. 63 p.
- Mexal, J.G., R.A. Cuevas R. y T.D. Landis. 2008. Reforestation success in central México. Factors determining survival and early growth. Tree Planters Notes. Vol. 53, No.1.pp:16-21.
- Monroy, R.C. 1998. Produzca madera aserrada de pino: establezca plantaciones de pino colorado. In: 500 Tecnologías Llave en Mano. INIFAP. División Forestal. México. Pp: 41-42.
- Muñoz, F.H.J. y J.J. García M.1997. Plantación de *Pinus pseudostrabus* Lindl. A raíz desnuda y en envase con dos sistemas de preparación de terreno. Folleto Técnico No. 10. SAGAR-INIFAP-CIRPAC. 40 p.
- Sáenz, R.J.T., H.J. Muñoz F. y A. Rueda S. 2012. Monografías de especies forestales para plantaciones comerciales en clima templado de Michoacán. SAGARPA-INIFAP. CIRPAC, C.E. Uruapan. Libro Técnico No. 14. 210 p.



## RENDIMIENTO CICLO SOCA DE NUEVAS VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR EVALUADAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL EN SUELOS VERTISOLES DE QUINTANA ROO

García, S.J.A.\*<sup>1</sup>, Cervantes, P.J.<sup>2</sup>, Zapata, B.G.<sup>3</sup>

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)

T-3

### RESUMEN

Para fines comerciales e industriales, el etanol es desnaturalizado para evitar su uso como bebida alcohólica y cuando se utiliza como combustible para transporte, se mezcla con gasolina. Este combustible alternativo crece en interés dado que pertenece al tipo de energías limpias o menos contaminantes del ambiente. Ante la falta de un programa de mejoramiento genético consolidado en la entidad, introducir y evaluar variedades e híbridos con importante avance generacional es la mejor opción para reducir significativamente el tiempo de selección de nuevas variedades. El objetivo fue evaluar nuevas variedades de caña de azúcar con alto rendimiento de azúcares totales en suelos con limitado drenaje superficial e interno del sur de Quintana Roo. El estudio se realiza en el área de abastecimiento del Ingenio San Rafael de Pucté, en el Municipio de Othón. P. Blanco, Quintana Roo, México. Fue establecido dentro de las instalaciones del Campo Experimental Chetumal, donde predominan los suelos clasificados como Vertisoles gleycos o Akalches en terminología Maya. Se contemplaron 22 variedades proporcionadas por el INIFAP Colima, mismas que son parte del recurso genético de caña y se encuentran en proceso de mejoramiento por nuestro instituto. Las variedades fueron establecidas en la primera semana de diciembre de 2012 en forma convencional, cordón doble y surco tipo piña de 2.1 m. La parcela experimental estuvo constituida por cuatro surcos de 8 metros de longitud (51.2 m<sup>2</sup>) y los tratamientos distribuidos en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Se determinó ANOVA para rendimiento de campo, peso de tallo, tallos por hectárea y altura y diámetro de tallo; además, se corrió análisis de correlación para determinar el grado de asociación que mantienen. También se midieron las variables industriales de rutina establecidos por el Ingenio San Rafael de Pucté. En rendimiento las variedades respondieron de manera diferenciada a las condiciones que ofrecen estos suelo ( $P \leq 0.01$ ) y expresaron una media general que superó las 90 t ha<sup>-1</sup>. Las mejores variedades fueron 1, 22, 6, 14, 21 y 5 con rendimiento de campo superior a las 100 t ha<sup>-1</sup>. Se detectó unabrecha de rendimiento que superó las 55 toneladas de caña (89 %) entre la mejor (v-1) y la peor clasificada (v-17). El rendimiento de campo evidenció correlación altamente significativa y muy elevada con el peso de tallo, longitud y diámetro; pero, no con densidad de tallos por hectárea. En la variable industrial más importante en estos ensayos, los grados Brix, se detectó que el 63.64 % de las variedades superaron al testigo (v-8) y, dentro de este grupo, sobresalieron las variedades 2, 4, 9, 10, 11, 12 y 14 cuya diferencia osciló entre 1 a 2 grados arriba. Importante plasmar que estos resultados son preliminares, ya que faltan los resultados de la soca 2 actualmente en campo.

**Palabras clave:** Caña de azúcar, variedades, tipo de suelo, rendimiento soca.

### INTRODUCCIÓN

El etanol es actualmente un combustible alternativo producido por la fermentación de la caña de azúcar en países latinoamericanos y a través del maíz, trigo o soya en los Estados Unidos. Para fines comerciales e industriales, el etanol es desnaturalizado para evitar su uso como bebida alcohólica y cuando se utiliza como combustible para transporte, se mezcla con gasolina.





La región cañera está enclavada en el Sur de Quintana Roo, específicamente el Municipio de Othón P. Blanco y reportó una superficie cosechada de 29,317 mil hectáreas y 1.89 millones de caña procesada durante la zafra 2012-2013 (SIAP, 2014).

Ante la falta de un programa de mejoramiento genético consolidado en la entidad, introducir y evaluar variedades e híbridos con importante avance generacional es la mejor opción para reducir significativamente el tiempo de selección de nuevas variedades. Además, el tiempo apremia cuando se depende productivamente de sólo dos variedades (Mex 69-290 y CP 72-2086), es el caso de Quintana Roo.

Importante señalar que las variedades en prueba manifestaron un potencial productivo de campo que superaron las 115 t ha<sup>-1</sup> promedio durante el ciclo plantilla (García *etal.*, 2013); además, algunas de ellas alcanzaron hasta 10.6 t ha<sup>-1</sup> de alcohol (Cervantes *etal.*, 2013); razones que justificaron continuar su evaluación aún en situaciones económicas adversas que atraviesa el proyecto nacional.

### Objetivo

El objetivo fue evaluar nuevas variedades de caña de azúcar con alto rendimiento de azúcares totales en suelos con limitado drenaje superficial e interno del sur de Quintana Roo.

### MATERIALES Y MÉTODOS.

El estudio se realiza en el área de abastecimiento del Ingenio San Rafael de Pucté, en el Municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo, México, donde predomina un clima Aw1(x') según la clasificación de Köpen, modificado por E. García, y definido como cálido subhúmedo, con precipitación media anual de 1,200 a 1,300 mm, periodos de lluvias muy diferenciados, temperatura mínima media anual de 26°C, temperatura media máxima de 34°C y humedad relativa de 85% (INEGI, 2005).

El ensayo fue establecido dentro de las instalaciones del Campo Experimental Chetumal, donde predominan los suelos clasificados como Vertisoles glycos o Akalches en terminología Maya. Se contemplaron 22 variedades proporcionadas por el INIFAP en Colima, mismas que son parte del recurso genético de caña y se encuentran en proceso de mejoramiento por nuestro instituto (ColMex 05-448<sup>1</sup>, ColMex 05-327<sup>2</sup>, ColMex 05-520 C4<sup>3</sup>, ColMex05-192C3<sup>4</sup>, ColMex 05-107<sup>5</sup>, ColMex 05-234<sup>6</sup>, ColMex 05-129<sup>7</sup>, Mex 69-290<sup>t</sup>, ColMex 05-520 C11<sup>9</sup>, ColMex 05-456<sup>10</sup>, ColMex 05-373<sup>11</sup>, ColMex 05-437<sup>12</sup>, ColMex 05-633<sup>13</sup>, ColMex 05-89<sup>14</sup>, ColMex 05-192 C5<sup>15</sup>, ColMex 05-114<sup>16</sup>, ColMex 05-207<sup>17</sup>, ColMex 05-454<sup>18</sup>, ColMex 05-147<sup>19</sup>, ColMex 05-843<sup>20</sup>, ColMex 05-484<sup>21</sup> y ColMex 05-212<sup>22</sup>).

Las variedades fueron establecidas en la primera semana de diciembre de 2012 en forma convencional, cordón doble y en surco tipo piña de 2.1 m. La parcela experimental estuvo constituida por cuatro surcos de 8 metros de longitud (51.2 m<sup>2</sup>) y los tratamientos distribuidos en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Se consideraron dos metros de cada surco central como unidad para registro de las variables de campo.

El manejo fue acorde al paquete tecnológico de este cultivo en la entidad. En cuanto al aporte nutricional conviene señalar que la dosis total recomendada (144-144-144) fue suministrada en una sola ocasión y durante la época de macollamiento.

Los datos se analizaron bajo un diseño de bloques al azar y con ayuda del programa estadístico SAS (SAS, 2002), se determinó ANOVA para rendimiento de campo, peso de tallo, tallos por



hectárea y altura y diámetro de tallo. Para la separación de medias se recurrió a la prueba de Duncan al 95 % de probabilidad. A estas variables también se corrió análisis de correlación de Pearson para determinar el grado de asociación que mantienen. Por otro lado, se midieron las variables industriales de rutina establecidos por el Ingenio San Rafael de Pucté, quien apoyó con estos análisis.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

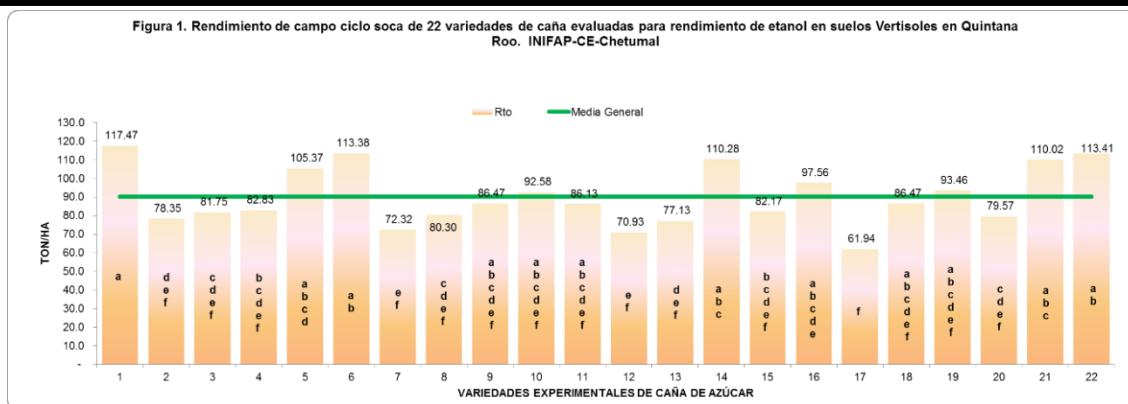
**Rendimiento teórico de campo.** En el Cuadro 1 se muestran los resultados que arrojó el ANOVA en la variable de mayor peso en la elección de variedades a recomendar en cualquier ambiente de manejo. Se aprecia que las variedades respondieron de manera diferenciada a las condiciones que ofrecen estos suelo ( $P \leq 0.01$ ), también que expresaron una media general que superó las  $90.30 \text{ t ha}^{-1}$ . Cabe señalar que este comportamiento productivo descendió casi un 22 % con relación al ciclo plantilla que produjo  $115.26 \text{ t ha}^{-1}$  (García *et al.*, 2013); diferencia atribuida en gran medida al estrés por alta humedad a que estuvieron sometidas durante el periodo lluvioso muy especial del 2013, ya que la precipitación alcanzó valores por encima de la media histórica anual en la entidad (1,200 vs 2,051 mm), además, en el 65 % de los días que duró el periodo húmedo (Junio-Diciembre) ocurrió un evento lluvioso. En otro tipo de suelo esta característica ambiental es añorada y se presenta pocas veces en nuestra entidad; sin embargo, dadas las condiciones tan particulares que guardan los suelos Vertisoles o inundables y, aun en cultivos como la caña, que ha probado soportar ciertas periodos con alta humedad; el comportamiento atípico que se registró, terminó afectando el potencial productivo que habían expresado las variedades en el ciclo plantilla.

Cuadro 1. Resultados del ANOVA al rendimiento teórico de campo ciclo soca de las variedades de caña de azúcar evaluadas en suelos Vertisoles del C. E. Chetumal, Othón P. Blanco, Quintana Roo. INIFAP.

Fuente de Variación	Grados de libertad	CM del Rendimiento	P>F
Variedades	21	728.172	**
Error	40	335.099	
CV (%)		20.27	
Media ( $\text{t ha}^{-1}$ )		90.30	

En la Figura 1 es posible observar la clasificación o grupos de respuesta productiva que tuvieron las variedades experimentales en evaluación, según Duncan al 95 %, se pueden señalar a todas las variedades con rendimiento de campo superior a las  $100 \text{ t ha}^{-1}$  como las mejores en este ciclo soca (1, 22, 6, 14, 21 y 5). O bien ampliarse a todas las variedades que su producción se ubica por encima de la media general, en este caso se sumarían únicamente los números 16, 19 y 10. Tomando en cuenta el comportamiento extremo dado por las variedades 1 como la mejor y la 17 como la peor, existe una brecha de rendimiento que supera las 55 toneladas de caña; es decir, variedad 1 produjo 89% más que la 17.

Esta importante variable evidenció correlación altamente significativa y muy elevada con el peso de tallo ( $r=0.7885^{**}$ ), seguido por longitud ( $r=0.3811^{**}$ ) y diámetro ( $r=0.2922^{**}$ ) del tallo; en cambio, mostró baja asociación y no significancia con densidad de tallos por hectárea ( $r=0.1647^{ns}$ ).

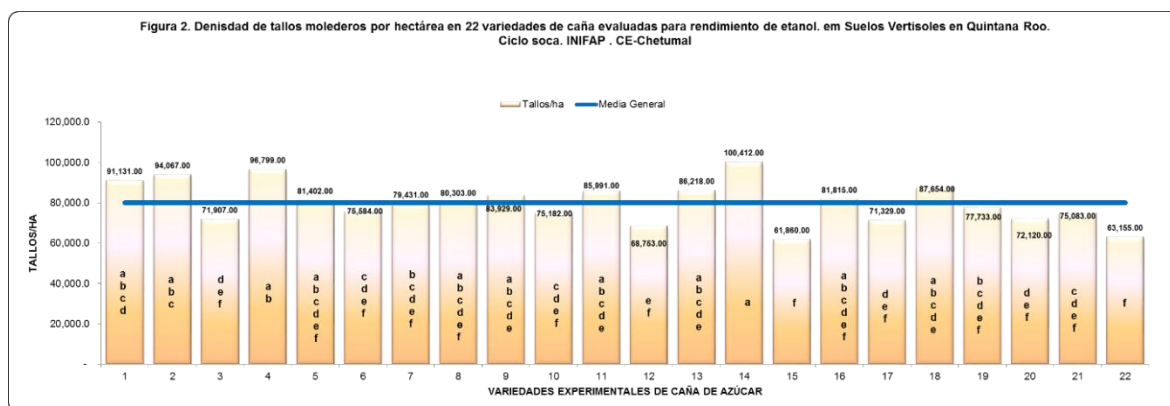


**Tallos por hectárea.** Esta variable de peso dentro de los componentes del rendimiento de la caña de azúcar mostró diferencias ( $P \leq 0.05$ ) entre las variedades experimentales, lo cual significa diversidad genética y con ello altas posibilidades de detectar materiales bien adaptados a estos complicados suelos ubicados mayormente en el Sur de la entidad. La densidad media de tallos sobrepasó los 80 mil por hectárea, cantidad aún muy sobresaliente a la media estatal que se reporta (Cuadro 2).

Cuadro 2. Resultados del ANOVA a la variable tallos por hectárea en ciclo soca de las variedades de caña de azúcar evaluadas en suelos Vertisoles del C. E. Chetumal, Othón P. Blanco, Quintana Roo. INIFAP.

Fuente de Variación	Grados de libertad	CM Tallos/ha	P>F
Variedades	21	312686917	**
Error	40	142480474	
CV (%)		19.906	
Media		80,077	

En la Figura 2 se pueden ver los resultados de la prueba de medias Duncan al 95% de probabilidad, donde se observan varios grupos de respuesta y destacan por ubicación respecto a la media general alrededor del 50 % de ellas. En este grupo sobresalieron como mejores las variedades 1, 2, 4 y 14 con una producción de tallos superior a 90 mil. En el grupo con variedades cuyo comportamiento dejó mucho que desear se encuentran la 15, 22 y 12 con una cantidad de tallos inferior a 70 mil. Aquí se observó una brecha del 38 % entre las variedades mejor y peor clasificadas (14 vs 15).





El análisis de correlación arrojó baja asociación con el rendimiento de campo ( $r=0.1647^{ns}$ ), mediana asociación y en forma negativa con el peso ( $r=-0.4521^{**}$ ) y diámetro de tallo ( $r=-0.4204^{**}$ ) y finalmente regular asociación con longitud de tallo ( $r=0.3587^{**}$ ).

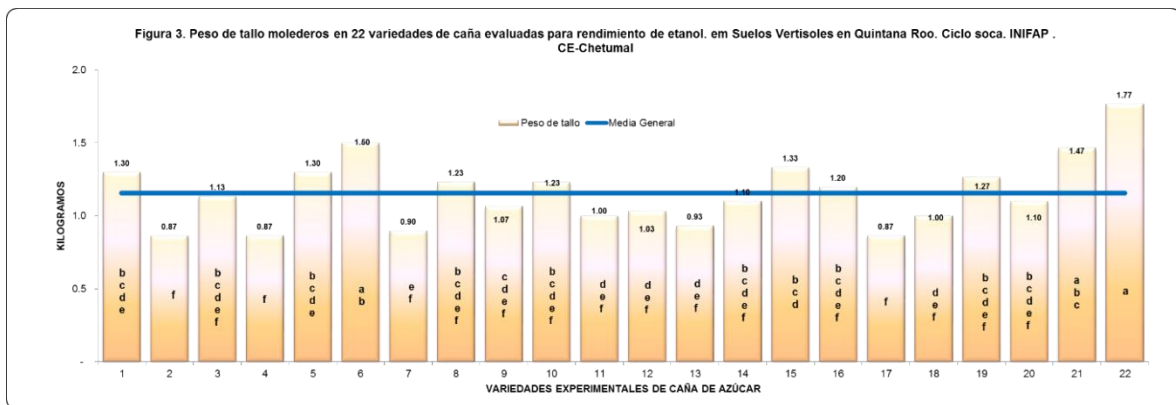
**Peso de tallo moledero.** Otra variable de importancia es el peso que alcanzan los tallos al corte moledero, lo cuales en este ensayo, según el ANOVA, también reflejaron diferencias estadísticas entre las variedades ( $P \leq 0.05$ ), un coeficiente de variación aceptable y una media general de 1.15 Kg (Cuadro 3). Estos resultados indican que existió expresión variada del material genético con respecto a su siembra en suelos con problemas internos de drenaje.

Cuadro 3. Resultados del ANOVA a la variable peso de tallo moledero en ciclo soca de las variedades de caña de azúcar evaluadas en suelos Vertisoles del C. E. Chetumal, Othón P. Blanco, Quintana Roo. INIFAP.

Fuente de Variación	Grados de libertad	CM Peso de Tallo moledero	P>F
Variedades	21	0.16164	**
Error	40	0.06915	
CV (%)		22.72	
Media (Kg)		1.157	

En la Figura 3 es posible ver los resultados generados en la comparación de medias Duncan al 95 % de probabilidad. Se aprecia varios grupos de respuesta, siendo el de mayor interés aquel que agrupa las variedades con mayor peso de tallo y se ubican sobre la media general. Bajo este criterio las variedades de interés fueron la 21, 6 y 22 que rebasaron el 1.4 kilogramos. También es factible ubicar a cinco variedades (2, 4, 17, 7 y 13) cuyo peso no llegaron al kilogramo por tallo.

El análisis de correlación indicó que esta variable mantiene una de las asociaciones más alta con el rendimiento ( $r=0.7885^{**}$ ), siguiéndole el diámetro del tallo ( $r=0.5618^{**}$ ), tallos por hectárea en forma negativa ( $r=-0.4521^{**}$ ) y por último con longitud de tallos ( $r=0.3587^{**}$ ).



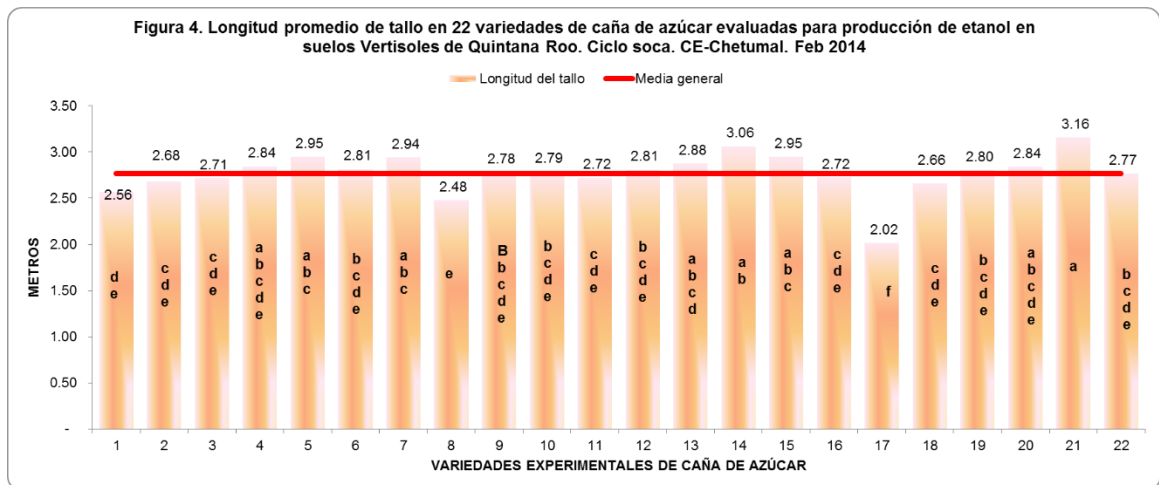
**Longitud de tallo.** Esta variable fue medida al corte natural de la espiga y los datos transformados para su análisis paramétrico. Los resultados se detallan en el Cuadro 4 e indican comportamiento diferenciado de las variedades, un coeficiente de variación muy aceptable y media general de 2.77 metros por tallo.

Cuadro 4. Resultados del ANOVA a la variable longitud de tallo moledero en ciclo soca de las variedades de caña de azúcar evaluadas en suelos Vertisoles del C. E. Chetumal, Othón P. Blanco, Quintana Roo. INIFAP.

Fuente de Variación	Grados de libertad	CM Long de Tallo	P>F
Variedades	21	4.1634	**
Error	42	1.3414	
CV (%)		14.94	
Media (M)		2.77	

En la Figura 4 se muestra la clasificación de las variedades de acuerdo a Duncan al 95% de probabilidad. Los datos promedio por variedad exhiben una brecha que superó el metro de longitud (3.16 vs v 2.02), misma que dio origen a conformar varios grupos de respuesta. El primero y más importante quedó constituido por las variedades 21 y 14 que superaron los tres metros; le siguieron las variedades 15, 5 y 7 con valores por encima de 2.9 metros. En el otro extremo quedaron las variedades 8 y 7 con porte bajo; es decir, no alcanzaron los 2.5 metros de longitud. Tomando en cuenta la media general es factible agrupar al 64% de las variedades con datos iguales o por encima de la misma.

El análisis de correlación marcó asociación regular con el rendimiento de campo ( $r=0.3851^{**}$ ) y peso de tallo ( $r=0.3587^{**}$ ), pero no detectó ninguna correlación con el número de tallos por hectárea ( $r=0.0332^{ns}$ ) y el diámetro del tallo, donde además se dio en forma negativa ( $0. -0537^{ns}$ ).



**Diámetro de tallo.** En el Cuadro 5 se pueden apreciar los resultados que arrojó el ANOVA a esta variable de importancia entre los componentes del rendimiento de la caña de azúcar. Se nota que, al igual que las otras variables que le precedieron, las variedades experimentales denotaron diferencias significativas para grosor de tallo. Se tuvo un coeficiente de variación dentro del rango de confianza y una media general que, según el manual de caña que se maneja para clasificar las variedades, quedan como variedades de grosor medio.

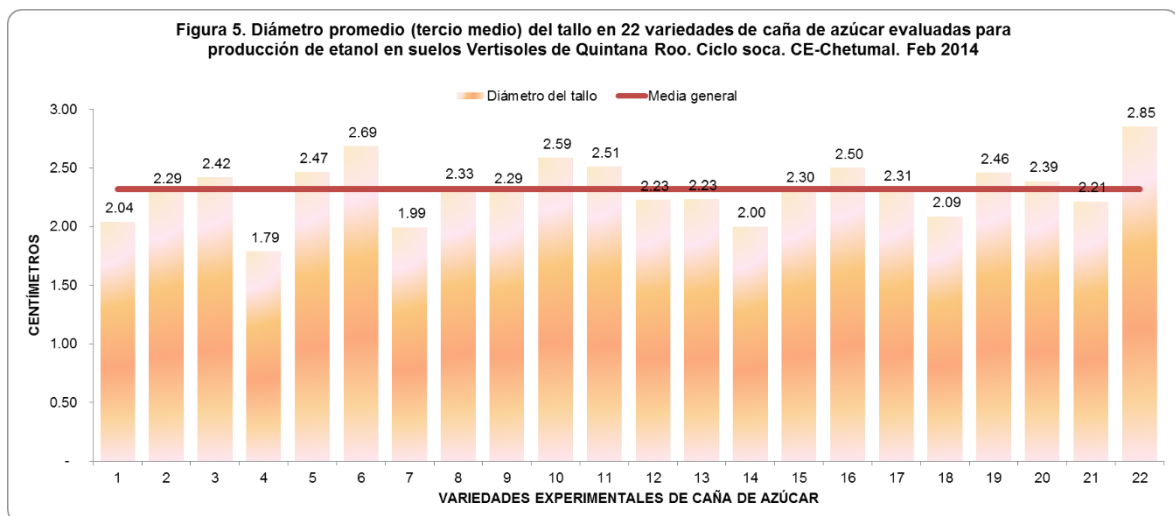
Cuadro 5. Resultados del ANOVA a la variable diámetro de tallo moledero en ciclo soca de las variedades de caña de azúcar evaluadas en suelos Vertisoles del C. E. Chetumal, Othón P. Blanco, Quintana Roo. INIFAP.



Fuente de Variación	Grados de libertad	CM Diámetro de Tallo	P>F
Variedades	21	3.8885	**
Repeticiones	2	0.7412	Ns
Error	42	0.8044	
CV (%)		16.44	
Media (Cm)		2.317	

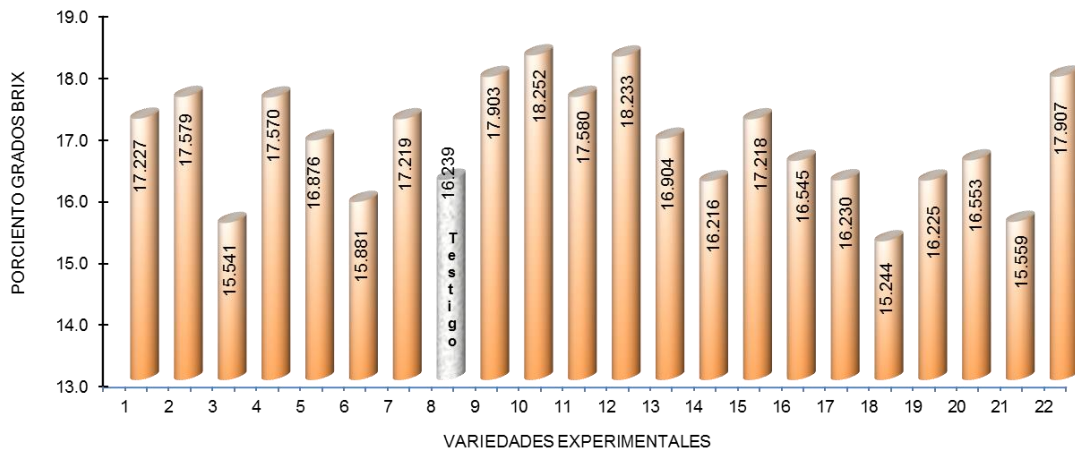
La Figura 5 expresa que ninguna variedad rebasó los tres centímetros y, por ende, todas cayeron en la clasificación de variedades de grosor mediano o con diámetros que oscilan entre los dos y tres centímetros de ancho tomados en los canutos del tercio medio de la caña. Las variedades con tallo más grueso fueron la 22, 6, 10, 11 y 16; en contraste, con tallo más delgado, quedaron las variedades 4 y 7. Es apreciable una diferencia superior al centímetro entre las variedades extremas de este ensayo (2.85 vs 1.79 cm). Considerando la media general es posible ubicar al 45% del total con valores igual por arriba de la misma.

El análisis de correlación evidenció mayor asociación con el peso de tallo ( $r=0.5618^{**}$ ), seguido por tallos por hectárea en forma negativa ( $r=-0.4204^{**}$ ) y en último con el rendimiento de campo ( $r=0.2922^{**}$ ). Esta variable mostró nula relación con la longitud de tallo ( $r=0.0573^{ns}$ ).



**Análisis industriales (Grados Brix).** En este caso por tratarse de variedades cuyo enfoque es la producción de etanol, sólo se incluye los resultados correspondientes a los grados Brix o azúcares totales. En la Figura 6 se muestran los resultados obtenidos por el laboratorio propiedad del comité de producción cañero en Q. Roo y ubicado en el Ingenio San Rafael de Pucté. Es muy notoria la diversidad genética para esta variable en los suelos donde se evalúan, ya que se detectó al 63.64% de las variedades con valores mayores a la testigo (v-8) y, dentro de este grupo, a las variedades 2, 4, 9, 10, 11, 12 y 14 cuya diferencia osciló entre 1 a 2 grados arriba. Al comparar los ciclos evaluados se observó un descenso en soca alrededor del 9.26% con respecto a plantilla (16.850 vs 18.57), esto presumiblemente debido al estrés por alta humedad que enfrentaron las variedades.

Figura 6. Resultados del análisis industrial para Grados Brix en las variedades de caña de azúcar evaluadas para producción de etanol en suelos Vertisoles de Quintana Roo. Ciclo soca. CE-Chetumal. Feb 2014.



## CONCLUSIONES

1. El rendimiento promedio de las variedades experimentales en el ciclo soca ( $90.30 \text{ t ha}^{-1}$ ) descendió 22% con respecto al obtenido en plantilla ( $115.26 \text{ t ha}^{-1}$ ), debido principalmente al estrés por exceso de humedad que enfrentaron las variedades en su segundo ciclo productivo. Sin embargo, aún bajo estas condiciones hídricas llaman la atención, con más de  $100 \text{ t ha}^{-1}$ , las variedades 1, 22, 6, 14, 21 y 5, las cuales produjeron entre 25 a 37 toneladas arriba de la testigo que apenas llegó a  $80 \text{ t ha}^{-1}$ .
2. En la cantidad de tallos por hectárea se clasificaron como mejores a las variedades 1, 2, 4 y 14 cuya densidad superó los 90 mil y marcaron una diferencia entre 10 a 20 mil tallos con respecto a la testigo que produjo 80 mil tallos.
3. Las variedades que presentan la característica de producir tallos con peso mayor 1.4 kilogramos fueron la 21, 6 y 22; en sentido opuesto, se clasificaron las variedades 2, 4, 17, 7 y 13 cuyo peso no alcanzó el kilogramo por tallo.
4. En longitud de tallo se observó una brecha mayor al metro entre las variedades evaluadas ( $3.16 \text{ vs } 2.02 \text{ m}$ ), sobresaliendo la 21 y 14 con una longitud superior a los tres metros. Tomando en cuenta la media general, es factible agrupar al 64% de las variedades con largo de tallo igual o incluso por encima de la misma.
5. La mayoría de las variedades, incluso la testigo, se clasificaron en tallos de grosor medio. Sin embargo, se desprenden las variedades 22, 6, 10, 11 y 16 con mayor diámetro y la 4 y 7 entre las más delgadas. Existió una diferencia superior al centímetro entre las variedades extremas de este ensayo ( $2.85 \text{ vs } 1.79 \text{ cm}$ ).
6. El 63.64% de las variedades superaron en grados Brix a la testigo que tuvo 16.239%. las mejor ubicadas en este rubro fueron la 2, 4, 9, 10, 11, 12 y 14 cuya diferencia osciló entre 1 a 2 grados arriba de la testigo local recomendada para estos suelos.
7. El esquema de mejoramiento genético de la caña de azúcar en etapas avanzadas y bajo temporal, sugiere evaluar las variedades en plantilla y al menos dos ciclos soca; por lo tanto, estos resultados son preliminares, ya que falta el comportamiento de la soca 2 actualmente en campo.
8. Los resultados generados en los ciclos plantilla y soca dan confianza a pensar que, dentro de la variabilidad genética de los materiales evaluados, podremos seleccionar algunas variedades que permitan ampliar el número tan estrecho de opciones para estos suelos



con alto potencial productivo, pero con grandes dificultades de manejo por retener en ciertos periodos altos contenidos de humedad.

#### LITERATURA CITADA

- INEGI. 2005. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Carta de Climas escala 1:1'000,000. México 1980. (Versión digital 2005).
- SIAP. 2014. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), con Información de las Delegaciones de la SAGARPA en los Estados. Avance de Siembras y Cosechas Perennes 2014. <http://www.sagarpa.gob.mx>.
- SAS. 2002. SAS software versión 9.1. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- García S.J.A, García AA, Cervantes PJFy Zapata BGJ. 2013. Evaluación de nuevas variedades de caña de azúcar con potencial para la industria del etanol y adaptadas a suelos Vertisoles en Quintana Roo. Reuniones Nacionales de Investigación e Innovación Forestal, Agrícola, Pecuaria y Acuícola-Pesquera. VIII Reunión Nacional de Innovación Agrícola, del 10 al 13 de Septiembre de 2013. Veracruz, Veracruz, México. p 67.
- Cervantes P. J. F., Vizcaíno G. A., Miranda M. R., García P. J. C., Mata V. H., García S. J. A., Pérez M. J., Herrera C. F., Tapia V. M., Reyes C. A. y Bermúdez G. M. J. 2013. PRODUCCIÓN DE ETANOL EN VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.) EN OCHO ENTIDADES DE MÉXICO. Folleto Técnico Núm. 1 INIFAP-CIRPAC Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México.





## SELECCIÓN MEDIANTE CRITERIOS LOCALES DE ÁRBOLES MADERABLES PARA SOMBRER CAFETALES EN LA SIERRA NORORIENTAL DE PUEBLA

Quintanar O., J.<sup>1</sup>; Roa D., R.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>INIFAP - C. E. San Martinito.

Km. 56.5 Carretera federal México-Puebla. Tlahuapan, Pue.

quintanar.juan@inifap.gob.mx

T-11

### RESUMEN

El café es un cultivo que requiere de poca luz y un ambiente fresco para su crecimiento, floración y fructificación. Siendo el sombreado, una opción apropiada para generar estas condiciones y los árboles, quienes mejor cumplen esta función. La inclusión de árboles maderables, además del sombreado del café, pretende generar ingresos adicionales al productor por la venta de madera de mayor calidad. Al existir una gran diversidad de criterios utilizados para seleccionar árboles para sombra, fue necesario determinar los atributos que un árbol debe poseer a nivel local, para ser utilizado como sombra del cultivo del café y generar un sistema que estandarice su uso, en la zona cafetalera de la Sierra Nororiental de Puebla. Se definieron 25 atributos y fueron aplicados para determinar el índice de importancia de atributo (IA) y realizar la selección de árboles para ser utilizados como sombra. Los criterios que mayor valor tienen para los productores, en la selección de árboles para sombra, son: alto aporte de materia orgánica, hojarasca y control de maleza, raíces profundas y fuertes (no extendidas) y copa abierta o ligera.

**Palabras clave:** Selección de especies, índice de atributo, conocimiento local.

### INTRODUCCIÓN

Por su importancia económica el café se cultiva en una amplia gama de zonas agroecológicas y condiciones socioeconómicas, requiere de poca luz y un ambiente fresco para su crecimiento, floración y fructificación. Por su origen en los bosques nublados y por sus características fisiológicas, el cultivo de café requiere de condiciones semejantes a las de su área de distribución natural, siendo el sombreado, una opción apropiada para generar estas condiciones y los árboles, quienes mejor cumplen esta función. Así, el establecimiento de la sombra, se fundamenta básicamente en los efectos directos de los árboles sobre factores ambientales como la radiación, la temperatura y la humedad relativa (Beer *et al.*, 1998). La selección de especies para sombra está determinada por las características de la región, los atributos o utilidades de la especie y por criterios ambientales, económicos, sociales y culturales.

Pero no solamente a nivel de necesidad del cultivo, es que se requiere del sombreado. En los años más recientes, los productores de café han padecido las fuertes caídas del precio del grano en el mercado internacional, que incluso ha llegado a estar por debajo de los costos de producción y cosecha, lo que ha obligado en muchos casos al abandono del cultivo. Una estrategia para contrarrestar tales efectos e incluso aumentar las ganancias, es la integración de árboles maderables comerciales como sombra en los cafetales.

Debido a que no existen criterios universales para seleccionar las especies apropiadas para el sombreado del café, la inclusión o exclusión de alguna especie forestal maderable para conformar un dosel de sombra es un tema complejo. Bellow y Muschler (1999) indican que el potencial de una especie como árbol de sombra depende de un conjunto de características, donde se toma en cuenta su fenología, arquitectura de copa, tasa de crecimiento, desarrollo



radical y otros aspectos como sus usos, adaptación ecológica y compatibilidad con el cultivo de café.

A nivel local, los productores seleccionan las especies para sombra con base en su conocimiento sobre los árboles y los bienes y servicios que aporta al cultivo y al hogar. Criterios como la familiaridad, la facilidad de propagación y manejo, la interacción benéfica con los cultivos, los usos o beneficios y el valor económico en el mercado, son los criterios que más utilizan los productores para seleccionar y manejar los árboles para sombra (Yépez *et al.* 2002, Linkimer *et al.* 2002). Los atributos generales más apreciados de los árboles para sombra, son: la capacidad para generar biomasa y la velocidad en que esta se degrada, requerimientos de agua, así como la capacidad para inhibir la presencia de “maleza” en sus cercanías, lo cual representa para ellos un ahorro en mano de obra para “limpiar” la finca (Alcántara, 2009). Eligiendo como árboles para sombra, a especies multipropósito, que además de cumplir con el papel principal de proteger y mejorar los cafetales, tiene la ventaja de producir alguna cosecha (Escobar, 2008).

Ante la gran diversidad de criterios utilizados para seleccionar las especies apropiadas para el sombreado del café, el objetivo de este estudio fue contribuir a determinar y cuantificar el uso de los criterios utilizados a nivel local por productores para seleccionar aquellas especies forestales promisorias de ser utilizadas para el sombreado del cultivo del café.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en los municipios de Cuetzalan y Hueytamalco, en la región de la sierra Nororiental del estado de Puebla. Los cafetales se encuentran entre 380 y 1,600 m de altitud. Y entre las principales actividades desarrolladas en el cultivo del café, están la limpia, poda de los tejidos del cultivo, fertilización y en menor intensidad la poda y aclareo de los árboles utilizados para sombra.

Para la obtención de los datos, se realizó un taller participativo por invitación abierta a los cafeticultores de la zona, para explicar el proceso de enriquecimiento de las sombras de cafetales. De los asistentes, una tercera parte se escogió al azar para aplicarles una entrevista semiestructurada directamente en su cafetal.

Posteriormente, la información recabada fue sistematizada y procesada mediante un conjunto de criterios, los cuales están integrados por atributos (que se utilizan para generar un Índice de Atributo (IA)), el cual refleja las preferencias y necesidades locales, según lo propuesto por Bellow y Muschler (1999). Con estos datos se generó un índice de **importancia del atributo** (IA), mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$IA = \left( \frac{1}{n} \sum_n^1 Vip \right) \left( \frac{n}{N} \right)$$

Donde:

**IA** = Índice de importancia de un atributo o característica deseable en un árbol para sombra en una zona cafetalera específica, de acuerdo a los productores entrevistados. Su valor puede variar entre 0 y 3.

**Vip** Valor individual que cada uno de los productor entrevistado asigna a un atributo en específico, cuyo valor fue de 0 a 3; donde: 0 = nulo, 1 = bajo, 2 = medio, 3 = alto.



n Número de productores entrevistados que mencionan el atributo.

N Número total de productores entrevistados.

También, durante la entrevista en su cafetal, se les pidió que valoraran cual de los atributos determinados en el taller, están presentes en los árboles del listado generado. Finalmente, se sumaron los valores del índice de importancia (IA) de los atributos que se menciona que tiene cada especie maderable y se seleccionó como más apropiada para sombra de café, aquellas que tengan el mayor puntaje.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación con la importancia de los atributos que debe tener un árbol para sombra, según los resultados de las entrevistas y el taller participativo, los atributos más apreciados por los productores, se presentan en el Cuadro 1. Siendo el atributo mejor calificado en un árbol para sombra, aquel relacionado con el alto aporte de materia orgánica, mediante la descomposición de la hojarasca y que a la vez, inhiba la presencia de maleza. El resto de atributos, solo alcanzan valores menores a 1 (atributos de poca importancia), excepto 3 atributos con valores entre 1 y 1.5, que los ubican como de importancia media baja. Esto valores contrastan con los valores reportados por Yépes *et al* (2002), para los municipios de Ixhutan y Tapalapa, Chiapas. Donde atributos relacionados con una alta producción de follaje, un sistema radicular profundo, alta incorporación de materias orgánicas y no susceptibles a plagas y enfermedades, presentan los valores máximos.

Por otro lado, basados en conocimiento local Soto-Pinto *et al* (2006) reportan para Chiapas, los criterios de fenología de la hoja y su estructura como principales, ya que son relacionados con el microclima que se genera dentro de la plantación y, el segundo aspecto esta asociado con el beneficio económico (influencia en producción de café) o servicios ecológicos (rol en el ciclo de nutrientes, control de malezas y enfermedades). Souza *et al*, (2010) identificaron en Brasil, como criterios principales mediante conocimiento local para seleccionar especies arbóreas compatibilidad con el café, los que se basan en la cantidad de biomasa generada, la producción y el trabajo necesario para la gestión de los árboles.

Considerando las características deseables o atributos señalados por los productores en la zona de producción, así como determinado el peso o importancia de cada uno de esto, reflejado en el índice de atributo (IA). De acuerdo a las calificaciones proporcionadas por los productores de la zona cafetalera en estudio, la calificación máxima que puede obtener una especie es de 14.23. Siendo *Inga vera* Willd, la especie que mayor puntaje acumula (12.3). Las especies maderables: caoba (11.8), cedro rosado (11.7) y cedro rojo (11.5) no fueron mal calificadas, bajo el sistema de criterios locales. Estos resultados son consistentes con la presencia de estas especies arbóreas en los cafetales.

Cuadro 1. Atributos deseables y IA (Índice de atributo) de los árboles de sombra en los cafetales de la Sierra nororiental de Puebla, aplicando criterios locales.

Atributos deseables de los árboles asociados al café	IA
Alto aporte de materia orgánica, hojarasca y control de maleza	2.4
Raíces profundas y fuertes (no extendidas)	1.5
Copa abierta o ligera	1.3
No compita con el café, ni tenga efectos tóxicos.	1
Fuste recto	0.9
No susceptible a plagas y enfermedades	0.9



Copa o ramas extendidas	0.8
Rápido crecimiento	0.7
Maderable	0.7
No quebradizo, resistente a vientos	0.5
Productos comerciales (madera de alto valor)	0.5
Tolerante a podas	0.5
Mantiene humedad	0.4
No perder las hojas por completo	0.3
Fija Nitrógeno	0.3
Altura de 6 a 10 m	0.2
Altura de 21 a 30 m	0.2
Descomposición rápida de hojarasca	0.2
Hojas grandes	0.2
Al caer las hojas no se atorán en el café	0.2
Auto poda	0.1
Hoja pequeña	0.1
Hoja mediana	0.1
Que se adapte a la zona	0.1
Copa angosta	0.1
<b>Σ IA</b>	<b>14.23</b>

## CONCLUSIONES

Los principales criterios para la selección de especies para sombra fueron: alto aporte de materia orgánica, hojarasca y control de maleza, raíces profundas y fuertes (no extendidas) y copa abierta o ligera; dándole un valor bajo (0.7) a la obtención de madera de los árboles para sombra.

En la región cafetalera de la sierra nororiental de Puebla, los productores otorgan poca importancia a las características que debe tener un árbol para ser utilizado para sombra, lo que se reflejó en los valores que les asignaron a cada atributo.

Aún cuando no existe una tradición en el manejo de las especies utilizadas como sombra del cafetal, los productores valoran aquellas especies forestales que producen maderas preciosas como la caoba y el cedro rojo.

Es necesario realizar más estudios para identificar específicamente los criterios locales de selección de especies para sombra, contrastándolo con los atributos reportados por la literatura.

## LITERATURA CITADA

- Alcántara M., O. 2009. Conocimiento ecológico local relacionado con el manejo de agroecosistemas cafetaleros en el centro de Veracruz. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. 93 pp.
- Bellow, J. and R. Muschler. 1999. Screening for promising tree associates for coffee in Central America. *In: Multi-strata agroforestry systems with perennial crops*. Jiménez, F. and J. Beer (eds.). CATIE. Turrialba, Costa Rica. Pp: 171-174
- Escobar B. G. 2008. El sombrío en los cafetales: un sistema, una estrategia para la seguridad alimentaria. *In: Memorias Concurso redSan 2007*. Iniciativa Americalatina y Caribe sin hambre. FAO. Santiago, Chile. Pp: 258-296.



- Linkimer, M., T. Benjamín, C. Harvey y R. Muschler. 2002. Árboles nativos para diversificar cafetales en la zona Atlántica de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 9(35-36):37-43.
- Soto-Pinto, L., V. Villalvazo-López, G. Jiménez-Ferrer, N. Ramírez-Marcial, G. Montoya and F. L. Sinclair. 2007. The role of local knowledge in determining shade composition of multistrata coffee systems in Chiapas, Mexico. *Biodiversity and Conservation*. 16(2): 419-436.
- Souza, H. N., I. M. Cardoso, J. M. Fernandez, F. C. P. García, V. R. Bonfim, A. C. Santos, A. F. Carvalho and E. S. Mendoca. 2010. Selection of native trees for intercropping with coffee in the Atlantic Rainforest biome. *Agroforestry Systems* 80(1):1-16.
- Yépez C., R. Muschler, T. Benjamín y M. Musálem. 2002. Selección de especies para sombra en cafetales diversificados de Chiapas, México. *Agroforestería en las Américas*. 9(35-36): 10.



## LIMITANTES EDÁFICAS PARA LA EXPANSIÓN DE LA SUPERFICIE CULTIVADA CON PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq) EN LA REGIÓN SIERRA, TABASCO, MÉXICO

León N. J. A\*.1, Álvarez R. J. C.1, Salinas H. R. M.1, Pérez M. M. A.2

<sup>1</sup>División Académica de Ciencias Agropecuarias, UJAT, km 25+2 de la carretera Villahermosa-Teapa, Ra. La Huasteca 2ª. Sección del municipio de Centro, Tabasco, México, C.P.86280, Tel. (993) 3581500 Ext. 6604, Fax (993) 1429150; <sup>2</sup>División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT, carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5 S/N, entronque a Bosques de Saloya, C.P. 86150, Villahermosa, Tabasco, México, Tel. (993) 3544308. Correo electrónico: armando.leon@ujat.mx

T-15

### RESUMEN

La expansión del cultivo de palma aceitera ha tenido un repunte, abarcando distintas clases de suelos, tendiendo a ocupar suelos con limitantes en la disponibilidad de nutrimentos, manto freático elevado, relieve abrupto. Por lo que se necesitan ubicar y describir las unidades de suelo donde se establecerán las nuevas plantaciones de palma aceitera, para diseñar y planificar el manejo agronómico, que permita elevar los rendimientos. La región Sierra se ubica en la parte centro-sur del estado de Tabasco; posee temperatura media mensual de 26.5 °C; la precipitación anual es 3189 mm. Los suelos predominantes en la región son Vertisoles, Acrisoles, Fluvisoles, Gleysoles y Rendzinas, Se identificaron las subunidades de suelo, empleando la carta edafológica elaborada por INEGI, se localizaron los predios proyectados con siembra de palma aceitera, se seleccionaron predios en todas las unidades de suelos; siendo aproximadamente el 15% de la población de agricultores, cubriendo 876 ha, equivalente al 29.7 % de la superficie total proyectada (2 900 ha). Las subunidades de suelo identificadas fueron: Gleysoles éutricos, abarcan 763 ha; Acrisoles férricos, con 113 ha; Fluvisoles éutricos. Entre las limitantes de los Gleysoles están la escasa profundidad libre de saturación con agua, durante la mayor parte del año; estos suelos pueden llegar a ser muy productivos, controlando el nivel freático, por medio de sistemas de drenaje. Los Acrisoles férricos poseen valores bajos de calcio y magnesio, 0.4 y 0.3 cmol kg<sup>-1</sup> respectivamente y extremadamente bajos en fósforo, con 2 ppm, y nulos en potasio; en estos suelos deberá proveerse de nutrimentos a los cultivos, empleando fuentes de liberación lenta, como la roca fosfórica, para aportar calcio y magnesio se puede emplear dolomita y para el potasio la kaynita; los Fluvisoles éutricos, son fértiles, planos, pero pueden sufrir anegaciones por períodos cortos.

**Palabras Clave:** *Elaeis guineensis* Jacq., limitantes físicas y químicas, Gleysoles, Acrisoles

### INTRODUCCIÓN

El cultivo de palma aceitera, *Elaeis guineensis* Jacq., requiere suelos profundos, fértiles, con buena estructura, bien drenados y planos o ligeramente ondulados; los mayores rendimientos se han logrado cuando se desarrolla en zonas con temperatura media de 26 °C, con intervalo de 22 a 28 °C. Bajo condiciones de temporal crece en forma excelente en regiones con lluvias de 1800 mm, con intervalo de 1800 a 2000 mm, siendo mejor si se tiene una distribución de 150 mm mensuales (Trujillo-Castillo *et al.*, 2011).

La demanda de nutrimentos por el cultivo de la palma de aceite es alta y muy variable, según las condiciones de la localidad donde se encuentre establecida; depende principalmente del potencial de rendimiento, determinado genéticamente; así como del potencial de producción, que está definida por los factores climáticos del sitio, tales como disponibilidad de agua, insolación y temperatura (Castelán *et al.*, 2010).



Empleando el método Zonificación Agroecológica de la FAO (1981), el análisis de las variables edáficas y climáticas muestran que el estado de Tabasco posee una superficie potencial de 324 976 ha para cultivar palma de aceite, con rendimiento potencial de 42.87 t ha<sup>-1</sup> para plantaciones con 12 años de edad; en cuanto a los requerimientos de suelos del cultivo, el mismo estudio señala que corresponde a las subunidades de suelo FAO/UNESCO (1981) Luvisol crómico, Luvisol háplico, Cambisol crómico y Cambisol éutrico (Aceves *et al.*, 2008).

En un levantamiento de suelos semidetallado, empleando la Base de Referencia Mundial del Recurso Suelo (IUSS, 2007) y aplicando la clasificación de aptitud de tierras y la estimación del rendimiento potencial de cultivos y frutales, por el método propuesto por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (1989) en la región Ríos, se encontró la siguiente correspondencia de categorías de aptitud de tierras para el cultivo de palma aceitera y Grupos de Suelos de Referencia: muy apta: Fluvisoles y Luvisoles; apta: Calcisoles y Lixisoles; mediana y ligeramente aptas: Vertisoles y Cambisoles; no aptas: Histosoles, Gleysoles y Leptosoles (Morales-Garduza *et al.*, 2011).

En la primera década del presente siglo, la expansión de cultivo de palma aceitera ha tenido un repunte debido a la gran demanda de aceite insatisfecha en nuestro país; lo anterior ha generado interés por parte del gobierno federal y estatal, promoviendo el crecimiento de la superficie a plantar; esto se ve reflejado en la apertura de nuevas áreas para la plantaciones, abarcando distintas clases de suelos, tendiendo a ocupar suelos con limitantes por manto freático elevado, baja reserva de cationes calcio, magnesio y potasio, debido a la lixiviación de cationes causada por la alta precipitación y deficiente retención de los mismos por la dominancia de minerales de arcilla con carga variable y bajo contenido de materia orgánica del suelo; esta última asociada a la erosión en terrenos con relieve accidentado (Pérez-Peralta *et al.*, 2005; SAGARPA/Gobierno de Tabasco, 2012).

En Tabasco se estiman 5939 ha sembradas con palma aceitera (Santacruz *et al.*, 2012). La mayoría de las plantaciones se encuentran en la región Sierra, municipios Jalapa, Macuspana, Tacotalpa y Teapa y región Ríos, municipios Balancán, Tenosique y Emiliano Zapata; las variedades plantadas con más frecuencia son Deli x AVROS, Deli x Ghana y Deli x Ekona (Trujillo-Castillo *et al.*, 2011).

El cultivo de palma de aceite en ambas regiones se puede clasificar en plantaciones en producción, plantaciones en etapas jóvenes no productivas y áreas en preparación para su establecimiento.

### **Objetivos**

Los objetivos del trabajo fueron: i) Ubicar y describir las unidades de suelos donde se establecerán las nuevas plantaciones de palma aceitera; y ii) identificar las limitantes edáficas más importantes, para coadyuvar a diseñar y planificar el manejo agronómico, que permita alcanzar rendimientos que dejen margen de ganancia adecuados a los palmicultores, en la región Sierra.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Área de estudio**

La región Sierra se ubica en la parte centro-sur del estado de Tabasco, comparte límite al sur y oeste con el estado de Chiapas; se localiza entre los 17° 21' y 17° 48' de latitud norte y 92° 30' y los 93° 03' de longitud oeste; abarcando 2 061.21 km<sup>2</sup> (INEGI, 2000).



La temperatura media mensual en la región es 26.5 °C, con mínima de 22 °C en febrero y máxima de 29 °C en mayo-septiembre; la precipitación medial anual alcanza 3189 mm, el mes más lluvioso es septiembre con 469 mm (INEGI, 2000, 2006a, 2006b).

Debido al gran número de corrientes que se forman en la sierra de Chiapas, conforman una planicie debido a las acumulaciones de materiales que depositan al disminuir su velocidad al descender a lallanura tabasqueña, propiciando condiciones pantanosas que después se rellenan, dando origen a una variedad de suelos en los cuales el factor de formación dominante es el clima; los principales ríos en la región son Pichucalco, La Sierra, Puyacatengo, Teapa, Tapijulapa (Ortiz-Pérez *et al.*, 2005).

Los suelos predominantes en la región son Vertisoles, con texturas arcillosas o francas, que presentan problemas de agrietamientos en la época de secas y tienen problemas de drenaje; Acrisoles, que son arenosos, ácidos y deficientes en fósforo y bases intercambiables; Fluvisoles, francos y de buena fertilidad; Gleysoles, que son de texturas arcillosas o francas, presentando problemas de exceso de humedad por manto freático elevado; Rendzinas, que son suelos ricos en materia orgánica y materiales calcáreos, generalmente están asociados a pendientes abruptas (INEGI, 2006a; INEGI, 2006b; Palma y Cisneros, 1997).

## **METODOLOGÍA**

Se revisó la lista con los nombres de los agricultores y la superficie a plantar con cultivo de palma aceitera dentro del Plan Estratégico 2011, en coejercicio entre los Gobiernos Estatal y Federal, con una superficie total proyectada de 2 900 ha a sembrar durante 2012, en los municipios Centro, Macuspana, Jalapa, Tacotalpa y Teapa. Se identificaron los nombres de dichos agricultores, su localidad y superficie a plantar y con apoyo de la carta edafológica, a escala 1:250 000 (INEGI, 1993) y la leyenda de la FAO-UNESCO (1989), se ubicaron las unidades y subunidades de suelos.

Se identificaron las unidades de suelo en que se localizaban la totalidad de los predios proyectados con siembra de palma aceitera, a continuación siguiendo el método del criterio, se seleccionaron predios con los nombres de los propietarios, en todas las unidades de suelos previamente identificadas; el número de dichos propietarios representaron aproximadamente el 15% del total de agricultores contemplados en el proyecto para la región Sierra, cubriendo 876 ha, equivalente al 29.7 % de la superficie total proyectada, 2 900 ha.

Se hicieron recorridos de campo por los terrenos seleccionados; se entrevistó cada propietario y se describieron los suelos empleando la pendiente, profundidad, color, textura; cobertura vegetal (acahual, potrero, cultivado); así como información relacionada con labores realizadas en la preparación del terreno, variedad de palma a sembrar, arreglo topológico y densidad de plantación.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Las unidades y subunidades de suelo identificadas fueron Gleysoles éutricos, Acrisoles férricos y Fluvisoles éutricos, los cuales se describen a continuación; asimismo, se mencionan algunas de las limitantes para el crecimiento y desarrollo del cultivo de palma aceitera en cada clase de suelos y recomendaciones técnicas para su manejo agronómico.

### **Gleysoles éutrico**

Los suelos Gleysoles éutricos se ubican en los bajos de la región Sierra, en zonas cercanas a los ríos o arroyos, pero no forman parte de las terrazas fluviales, ocupan superficies cóncavas con pendientes inferiores a 0.5 %, son suelos que tienen saturación de bases igual o mayor a 50 %,





en al menos entre los 20 y 50 cm de profundidad (Palma y Cisneros, 1997; Ortiz-Pérez *et al.*, 2005); el horizonte A, de 0 a 40 cm de profundidad, posee textura franco arenosa o franco arcillosa, húmedo, color café oscuro, con manchas amarillentas, rojizas y grises; esto denota procesos de óxido-reducción y anoxia; su principal limitante es la escasa profundidad libre de saturación con agua, ya que el manto freático se mantiene casi en la superficie y su descenso es muy lento.

La capa freática elevada puede provocar procesos de anaerobiosis en la zona radical de las palmas, y que los nutrimentos, suministrados a través de los fertilizantes, no se aprovechen eficientemente, lo que afectará los rendimientos de fruta fresca y la rentabilidad de las plantaciones, a menos que se realicen sistemas de drenaje (Palma y Cisneros, 1997). En esta clase de suelos se detectaron 763 ha que serían plantadas con palma aceitera.

### **Acrisoles férricos**

Esta subunidad edafológica se caracteriza por estar entre los suelos más intemperizados, lixiviados y ácidos (Palma y Cisneros, 1997); los predios se ubican en lomas, con pendientes del 10 al 40 %, son suelos con un horizonte A de colores oscuros, de 10 a 20 cm de espesor, en seguida el horizonte B arcilloso, color rojizo con manchas amarillas, este horizonte se caracteriza por la acumulación de arcilla, altas cantidades de hierro y aluminio, alta fijación de fósforo y riesgo de erosión por situarse en lomeríos, tienen baja reserva de nutrimentos (Palma y Cisneros, 1997); entre los factores más restrictivos para la producción agrícola, está la reserva de nutrimentos, ya que las concentraciones de calcio y magnesio son bajas, con valores de 0.4 y 0.3 cmol kg<sup>-1</sup> y del potasio es extremadamente baja o cero; otro factor que se suma a esta limitante es la predominancia de materiales coloidales de carga variable como la caolinita, los óxido de hierro o de aluminio; la saturación con aluminio alcanza el 74 %; el pH está en el intervalo aceptable para el cultivo, de 4.5 a 6.5; los óxidos de hierro y aluminio provocan la fijación del fósforo adicionado en el fertilizante, encontrando concentración de 2 ppm (Zetina *et al.*, 2002; Porta *et al.*, 2011).

Estos suelos requieren un manejo muy cuidadoso, como son la siembra en terrazas continuas o individuales y el establecimiento necesario de un cultivo de cobertura para atenuar las pérdidas de suelo, en la etapa de formación del follaje, ya que el transporte de material por la escorrentía puede provocar la pérdida de la materia orgánica y los escasos nutrimentos por efecto de la erosión. Respecto a la fertilidad se recomienda suministrar macronutrimentos a partir de fuentes de lenta liberación, como la roca fosfórica, y el aporte de calcio y magnesio por medio de la enmienda con cal dolomítica, dosificándola de acuerdo al poder de amortiguamiento del suelo, para no causar mayores desequilibrios en la nutrición del cultivo (Zetina *et al.*, 2002). En esta subunidad cartográfica se detectaron 113 ha a establecer con palma aceitera.

### **Fluvisoles éutricos**

Esta subunidad de suelos representan las áreas con muy alto potencial (Morales-Garduza *et al.*, 2011) para el desarrollo del cultivo de palma aceitera, aunque estos suelos por ubicarse en las márgenes de los ríos sufren de las crecientes por períodos cortos en las precipitaciones máximas en la época de lluvias, anegando el suelo de 2 a 3 días, alcanzado el nivel del agua en promedio 1.5 m sobre el suelo, luego dicho nivel desciende rápidamente a niveles que no afectan la zona de raíces de las palmas, por lo que no sufren daños en sus funciones fisiológicas en plantaciones en producción (Álvarez *et al.*, 2010); sin embargo, puede afectar en la etapa de establecimiento, al cubrir totalmente a las palmas jóvenes, además, en la etapa productiva las



anegaciones pueden entorpecer algunas labores como la cosecha y el transporte oportuno (Comunicación personal del MVZ Bernabé Gustavo Romero Escalera, marzo de 2014).

### Híbridos y arreglo topológico

Acorde con información de la gerencia de la planta extractora de aceite de la empresa Agroindustrias de Palenque S.A., quien también produce las plántulas de palma aceitera que serán sembradas, corresponde a los híbridos Deli X Nigeria y Deli X Ghana, con 81 % y 19 % respectivamente de la superficie a establecer. En suelos planos, profundos y fértiles el arreglo topológico es en “Tresbolillo”, con distancia de 8.5 m entre plantas y 7.36 m entre hileras, con densidad de 160 palmasha<sup>-1</sup>; en suelos con relieve ondulado y baja fertilidad el arreglo es en “Tresbolillo”, con distancia de 9 m entre plantas y 7.8 m entre hileras, con una densidad de 143 palmas ha<sup>-1</sup>.

### CONCLUSIONES

En 2011 se proyectó el establecimiento de 2900 ha con palma aceitera en los municipios de Centro, Macuspana, Jalapa, Tacotalpa y Teapa. De esta superficie, en el presente estudio, se describieron 18 predios, que abarcaron 863 ha, equivalente a 29.7 % de la superficie total proyectada con palma aceitera. Las subunidades de suelos y la superficie que representan dichos predios, son Gleysoles éutricos, con 763 ha; Acrisoles férricos, con 113 ha; y Fluvisoles éutricos, con 87 ha.

La principal limitante de los Gleysoles éutricos es la escasa profundidad para el desarrollo radicular, debido a la presencia del manto freático a 50 cm o menos durante la mayor parte del año. Las restricciones de los Acrisoles férricos son su ubicación en relieves abruptos, por lo que son suelos erosionados, con baja reserva de calcio, magnesio y nulo potasio, y fijación del fósforo. Los Fluvisoles éutricos no tienen limitantes químicas, sin embargo, las plantaciones jóvenes pueden ser afectadas por inundaciones con duración de 1 a 3 días, al interferir con la absorción de nutrimentos y en la fotosíntesis en plantaciones pequeñas; además, las anegaciones dañan caminos y puentes y limitan la labores de cosecha y transporte oportuno de racimos en plantaciones en producción.

### LITERATURA CITADA

- Aceves N.L.A., Juárez L.J.F., Palma L.D.J., López L.R., Rivera H.B., Rincón R. J.A., Morales C.A.R. 2008. Estudio para determinar zonas de alta potencialidad del cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en el Estado de Tabasco. SAGARPA/SEDAFOP/OIEDRUS-TAB/CP/INIFAP. Tomo XII.
- Álvarez R.J.C., J.A. León N., J.Pérez F., E. Martínez M., E.S. López H. 2011. Sistemas productivos en zonas de vulnerabilidad a inundación en la región Sierra, Tabasco, México. Inédito. UJAT/ECOSUR/CP. Villahermosa. 33 p. Ver. electrónica.
- Castelán E.M., Salgado G.S. y Palma L.D.J. 2010. Fertilización NPK en la palma de aceite. En: Velázquez M.J.R., Gómez V.A. (Eds.). Palma africana en Tabasco. Resultados de investigación. UJAT. Villahermosa, Tabasco. México. 225 p.
- Morales-Garduza M.A., Palma-López D.J., López-Castañeda A. 2011. Aptitud de suelos para el cultivo de palma de aceite en Tenosique Tabasco. En: Mendoza P.J.de D., Martínez M.E., Estrada B.M.A., de la Cruz L.E., Osorio O.R. (Eds) Programa y Memorias, 2°. Congreso Internacional de Agronomía Tropical y 3er. Simposio Nacional Agroalimentario. Villahermosa, Tabasco. México. 131 p.
- Ortiz-Pérez M.A., Siebe C., Cram S. 2005. Diferenciación ecogeográfica de Tabasco. En: Bueno J., Álvarez F., Santiago S. (Eds.) Biodiversidad del Estado de Tabasco. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 370 p.



- SAGARPA/Gobierno de Tabasco. 2012. Plan Rector. Palma de Aceite. Tabasco. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación/Gobierno del Estado de Tabasco. 44 p. pdf.
- Trujillo-Castillo L.F., Velázquez-Martínez J.R., López-Hernández E. y Gómez-Vázquez A. 2011. Palma de aceite africana. En: Velázquez M.J.R., Gómez V.A. (Eds.). Palma africana en Tabasco. Resultados de investigación. UJAT. Villahermosa, Tabasco. México. 225 p.
- Santacruz de L., Morales G. y Palacio M. 2012. "Políticas gubernamentales y reconversión productiva: el caso de la palma de aceite en México" en Observatorio de la Economía Latinoamericana, N° 170. <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/>. Consulta: 05/08/2013.
- Porta C.J., López-Acevedo R.M, Poch C.R.M. 2011. Introducción a la edafología. Uso y protección de suelos. 2da. Edición, Mundiprensa, Madrid, España.
- Zetina L. R., Pastrana A.L., Romero M.J., Jiménez Ch.J.A. 2002. Manejo de suelos ácidos para la región tropical húmeda de México. Libro técnico Núm. 110. INIFAP/SAGARPA, México. 170 p.



## DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE EXTRACTOS DE LA MADERA Y CORTEZA DE TRES GENOTIPOS DE *Cedrela odorata*

\*Suárez P.E. E.<sup>a</sup> y Honorato S.J.A.<sup>a</sup>

INIFAP Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, C. E. San Martinito, Puebla Carretera Federal México-Puebla Km 56.5, San Martinito, Tlahuapan, C.P. 74100, Puebla, México, e-mail: suarez.edna@inifap.gob.mx

T-17

### RESUMEN

Como estrategia fisiológica, los árboles generan metabolitos secundarios que acumulan en el fuste y las ramas y estos le sirven para protegerse del ataque de insectos y hongos. Con el objeto de conocer el contenido de extractos de tres genotipos de un ensayo de procedencias de cedro rojo. Se realizó la determinación de extractos en etanol-benceno, agua fría y agua caliente de la corteza, albura y duramen de los genotipos en estudio con base a los procedimientos señalados en las normas TAPPI T257 y T264 para la preparación de las muestras, T207 para los extractos en agua y T204 para los extractos en etanol-benceno. De los resultados obtenidos se realizó un análisis de varianza y una comparación múltiple de medias. Los resultados indicaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) dentro y entre genotipos para la corteza, albura y duramen. En general, la corteza presentó un mayor contenido de extractos en agua fría y caliente que la albura y el duramen, pero los extractos en etanol-benceno fueron menores a los de la albura y el duramen. El contenido total promedio de extractos en agua fría fue de 14 % para la corteza, 10.5 % para la albura y 9 % para el duramen. Los extractos en agua caliente fueron de 10.3 % para la corteza, 6.9 % para la albura y 5.8 % para el duramen y los extractos en etanol-benceno fueron de 4.3 % para la corteza, 4.6 % para la albura y 5.7 % para el duramen. Con respecto a los genotipos, el genotipo 3 (VA582) presentó menor cantidad de extractos en agua fría que los genotipos 1 (VA544) y 2 (VA563), pero mayor cantidad de extractos en agua caliente y en etanol-benceno, con respecto a los otros dos genotipos. La extracción con agua fría y agua caliente remueve componentes inorgánicos, taninos, gomas, azúcares y materia colorante, mientras que la extracción con etanol-benceno remueve ceras, grasas, resinas, fotoesteroides, hidrocarburos no volátiles, carbohidratos de bajo peso molecular, sales y otros compuestos.

**Palabras clave:** extraíbles, etanol-benceno, extracciones agua fría y agua caliente.

### INTRODUCCIÓN

El cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) es una especie forestal de la familia Meliaceae, los árboles alcanzan entre 35 y 40 m de altura y 1.50 m de diámetro. Es originario de México y Centroamérica y se distribuye en climas cálidos y semicálidos. Tiene un alto valor comercial debido a las características de su madera, su fácil adaptabilidad y sus efectos restauradores al medio ambiente. En México se han establecido plantaciones de esta especie principalmente en los estados de Veracruz, Campeche y Quintana Roo, ocupando el tercer lugar entre las especies establecidas en plantaciones forestales comerciales (Fernández, 2010).

La madera de cedro rojo es una de las maderas preciosas más apreciadas en el mercado nacional e internacional por su color, olor, alta resistencia, durabilidad natural y estabilidad dimensional, así como su facilidad para trabajarla (Rosales *et. al.*, 2012). Sin embargo, la susceptibilidad de cedro rojo al ataque del barrenador, *Hypsipyla grandella* Zeller, limita el establecimiento exitoso de plantaciones forestales comerciales dentro de su distribución natural, debido a que la larva de este insecto perfora los brotes en desarrollo, llegando a causar la muerte del brote terminal y la formación de brotes laterales múltiples, dando como resultado la ramificación y



deformación del árbol que disminuye el valor de la producción maderable. El ataque repetitivo y severo puede reducir el crecimiento de los árboles y en ocasiones causar la muerte (Griffiths, 2001). A pesar de que *Hypsipylla* ha sido extensamente estudiada no se ha desarrollado un sistema de control efectivo (Burns y Honkala, 1990).

Las plantas desarrollan mecanismos de defensa durante su crecimiento y desarrollo como prevención al ataque de herbívoros, estos mecanismos son conocidos como estáticos o constitutivos, ellos prevén la inhibición de un ataque inicial, también existen los mecanismos activos o inducidos en los que la síntesis de compuestos defensivos se induce en respuesta al ataque de insectos y finalmente existe una tercera estrategia de defensa que es una variación de defensa inducible (Gatehouse, 2002).

La defensa de las plantas puede ser directa, cuando detienen o dañan al herbívoro, o indirectas, cuando activan el reclutamiento de depredadores o enemigos naturales de los herbívoros para atacarlos. Las defensas de las plantas se pueden clasificar en tres tipos: 1) defensas físicas o estructuras morfológicas, 2) defensas químicas (como toxinas y compuestos reductores de la digestibilidad) y 3) defensas bióticas (Fernández (2010).

Con base en la importancia que pueden tener los compuestos como mecanismos de defensa ante diferentes fuentes de ataque, se plantea como objetivo de este trabajo, determinar el contenido total de extractivos en tres genotipos de cedro rojo con solventes de diferente polaridad: agua fría, agua caliente y etanol-benceno.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El material de estudio consistió en tres genotipos (árboles) de cedro rojo de 16 años de edad, colectados de un ensayo de procedencias que fueron establecidos en el Campo Experimental de El Palmar, Veracruz, del INIFAP. Los árboles se identificaron como: 1 (VA544), 2 (VA563) y 3 (VA582). De cada árbol se obtuvo una sección de 15 cm de grosor a una altura de 1.30 m, separando la corteza, albura y duramen. Después de separar las muestras en corteza, albura y duramen, se astillaron, se secaron a temperatura ambiente y se molieron en un molino Thomas-Wiley. Una vez molido el material se procedió a tamizar pasando primeramente por la malla No. 40 y luego por la malla No. 60.

La preparación de las muestras se realizó con base a las normas T257 om-85 y T 264 om-88. La determinación de solubles en agua fría se realizó con base a la norma T207 om-88. Se tomó una muestra de 10g de cada uno de los especímenes con 5 repeticiones cada uno. Estas muestras se colocaron en vasos de precipitado de 600ml agregando 300ml de agua destilada, estos a su vez se colocaron en cristalizadores con agua para lograr un efecto de baño con temperatura controlada de  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ , con agitación magnética 800rpm por 48 h continuas, posteriormente la muestra se filtró con la ayuda de un embudo tipo Büchner y un papel filtro al que previamente se le determinó el peso seco. En este proceso se realizaron lavados con 100ml de agua fría destilada. La muestra filtrada en el papel se metió a la estufa de secado a  $105^\circ\text{C}$  por 24 h para después determinar el peso anhidro en balanza analítica y calcular el contenido de extractivos en base a la siguiente expresión:

$$\text{Solubles en agua fría, (\%)} = [(A-B) 100]/A$$

Donde:

A = al peso inicial de la muestra,

B = es el peso anhidro de la muestra después de la extracción.



La determinación de extractivos con agua caliente se realizó con base a la norma T 207 om-88. Las muestras extraídas con agua fría, previamente pesadas, se introdujeron en matraz Erlenmeyer de 250ml, adicionándoles 100 ml de agua caliente destilada y después se les colocó el equipo de reflujo y se metió en un baño maría a temperatura de ebullición por un tiempo de 4 horas. Posterior a esto se procedió a filtrar las muestras con equipo Büchner y papel filtro, lavándolas con 200ml de agua caliente destilada para enseguida introducirlas a estufa de secado a 105 °C por 24 horas y determinar el peso anhidro en balanza analítica.

El contenido de los extractivos se determinó con la expresión (1).

La determinación de los extractivos con etanol-benceno se llevó a cabo según la norma T204 om-88. Las muestras extraídas con agua fría y agua caliente se les sometió a una extracción con etanol-benceno mediante el proceso siguiente: cada muestra anhidra pesada se colocó en un dedal de extracción y este a su vez en un equipo de extracción tipo Soxhlet con 150 ml de etanol-benceno (1:2 v/v), procurando una velocidad aproximada de 6 reflujos por hora. Al término de 6 horas, se retiró el dedal de extracción con la muestra para su lavado con etanol fresco hasta retirar por completo los residuos de benceno. El solvente de los reflujos se recuperó dejando en el matraz un volumen aproximado de 20ml con los residuos extraídos, este solvente se evaporó en su totalidad y el matraz con los restos de la extracción se llevó a la estufa de secado a una temperatura de 105 °C hasta peso constante y determinar el peso de estos residuos. Para calcular los extractivos en etanol-benceno se utilizó la siguiente expresión:

$$\text{Solubles en etanol-benceno, (\%)} = (Pe - Prs) / Pm$$

Dónde:

*Pe* = peso anhidro del extracto,

*Prs* = peso anhidro del residuo del solvente,

*Pm* = peso anhidro de la muestra de madera molida

Finalmente los datos obtenidos analizaron con un diseño factorial considerando como factores el genotipo y el tipo de solvente, para después realizar una comparación múltiple de medias con el procedimiento de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) mediante el uso del programa estadístico SAS (SAS, 2000).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de las extracciones con los diferentes solventes mostraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre genotipos y tipo de material (albura, duramen, corteza).

En la Cuadro 1 se presentan el promedio total por genotipo para el contenido de extractos en agua fría, agua caliente y etanol-benceno. En este cuadro se puede observar que el genotipo 3 (VA582) presentó menor cantidad de extractos en agua fría que los genotipos 1 (VA544) y 2 (VA563), pero mayor cantidad de extractos en agua caliente y en etanol-benceno con respecto a los otros dos genotipos, lo que indica que el genotipo 3 tiene mayor contenido de extraíbles lipofílicos. Ramos et. al., (2011), mencionan que con disolventes no polares como es el caso del benceno, hexano y otros, se solubilizan las grasas, ceras, aceites y algunos otros extraíbles lipofílicos de la madera, como ácidos grasos, resínicos y esteroides.



Cuadro 1. Resumen del promedio de extractos obtenidos con los diferentes solventes por genotipo.

Genotipo (Árbol)	Extractos (%)		
	Agua fría	Agua caliente	Etanol-Benceno
1 (VA544)	11.79 A	6.55 B	4.36 B
2 (VA563)	11.55 A	6.87 B	4.53 B
3 (VA582)	10.30 B	9.58 A	5.64 A

Valores con la misma letra indican que no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

En la Cuadro 2 se muestra promedio total del contenido de extractos solubles en agua fría, agua caliente y etanol-benceno en albura, duramen y corteza. Se puede apreciar que los extractos obtenidos en agua fría y agua caliente fueron mayores en corteza y menores en duramen, mientras que los extraíbles en etanol-benceno fueron mayores en duramen y menores en corteza, por los que se puede asumir que la corteza y la albura son más ricos en el grupo de extractivos polares de la madera y que el duramen tiene mayor cantidad de extractivos menos polares que la corteza y la albura. Según Ramos *et al* (2011), las sustancias lipofílicas obtenidas con solventes no polares se encuentran principalmente en la albura y no en el duramen.

Cuadro 2. Resumen del promedio de extractos obtenidos con los diferentes solventes por tipo de material.

Tipo de material	Extractos (%)		
	Agua fría	Agua caliente	Etanol-Benceno
Albura	10.57 B	6.95 B	4.57 B
Duramen	9.00 C	5.77 C	5.68 A
Corteza	14.08 A	10.27 A	4.28 B

Valores con la misma letra indican que no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ).

En la Cuadro 3 se muestra el promedio del contenido de extractos en agua fría, agua caliente y etanol-benceno por tipo de material para cada uno de los genotipos. En el cuadro se observa que en general, en cada uno de los genotipos, la corteza presenta mayor cantidad de extractos en agua fría y caliente que en la madera de albura y duramen, pero menor cantidad de extractos en etanol-benceno que la madera. Asimismo, las mayores diferencias se observan para los extractos en agua caliente entre la corteza, albura y duramen en cada uno de los genotipos, seguido de los extractos en agua fría y etanol-benceno.

Cuadro 3. Promedio de extractos obtenidos con los diferentes solventes por genotipo y por tipo de material.

Genotipo (Árbol)	Tipo de material	Extractos (%)		
		Agua fría	Agua caliente	Etanol-Benceno
1 (VA544)	Albura	10.33 B	5.99 B	4.33 A
	Duramen	10.63 B	5.03 C	4.79 A
	Corteza	14.42 A	8.61 A	3.95 A
2 (VA563)	Albura	11.81 B	5.19 B	4.97 A
	Duramen	9.37 C	3.93 C	4.69 A B
	Corteza	13.47 A	11.50 A	3.94 B
3 (VA582)	Albura	9.58 B	9.68 B	4.41 B
	Duramen	6.99 C	8.35 C	7.56 A
	Corteza	14.35 A	10.70 A	4.96 B

Valores con la misma letra indican que no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ), en cada uno de los genotipos.



## CONCLUSIONES

El genotipo 3 (VA582) tiene mayor cantidad de extractos solubles en agua caliente y etanol-benceno.

Los genotipos 1 (VA544) y 2 (VA563) tuvieron mayor cantidad de solubles en agua fría.

La corteza de los genotipos presentó mayor cantidad de extractos en agua caliente y fría, mientras que etanol benceno el mayor contenido fue en el duramen.

Con excepción de los extractos en etanol-benceno para el genotipo 1, se presentan diferencias en cada genotipo para el contenido de extractos entre la corteza, la albura y el duramen.

## LITERATURA CITADA

- Burns, R. M. and H. B. Honkala. 1990. *Silvics of North America: 2 Hardwoods*, Agriculture Handbook 654. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, D.C. Vol 2. 877p
- Fernández, M. M. 2010. Caracterización ecológica y de manejo del cedro rojo (*Cedrela odorata*, Meliaceae) y su relación con la incidencia puntual del barrenador del tallo *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) en selvas y plantaciones del centro de Veracruz. Tesis Licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz.
- Gatehouse, J. A. 2002. Plant resistance towards insect herbivores: a dynamic interaction. *New Phytologist*. 156:145-163.
- Griffiths, M. W. 2001. The biology and ecology of *Hypsipyla* shoot borers. In: R. B. Floyd and Hauxwell, C. (Eds.) *Proceedings of an International Workshop on Hypsipyla Shoot Borers in Meliaceae*. Kandy, Sri Lanka. 20–23 August 1996. ACIAR, Canberra, pp. 74–80.
- Pérez, F. J. 2006. Inducing resistance of Spanish cedar *Cedrela odorata* L. and Mahogany *swietenia macrophylla* King against *Hypsipyla grandella* (Zeller) by grafting. Ph. D. Dissertation, University of Idaho, 136 p.
- Ramos, P.D., C. L. E. A. Ávila, R. H. G. Ochoa y Q. J. G. Rutiaga. 2011. Contenido de sustancias extraíbles en la madera de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb (Leguminoseae). *Ciencia Nicolaita*. 53:7-19
- Rosales, C. M., S. J. A. Honorato y M. V. Sánchez. 2012. Concentración de polifenoles en albura, duramen y corteza de *Cedrela odorata* (Cedro rojo). XVIII Congreso nacional de ingeniería bioquímica, VII Congreso internacional de ingeniería bioquímica, X Jornadas científicas de biomedicina y biotecnología molecular. [http://www.informatica.sip.ipn.mx/sistema\\_cmibq/Congresos/ixtapa/AutoPlay/Docs/EXTENSOS/PRODUCTOS%20NATURALES/PNT365ROS20120131.pdf](http://www.informatica.sip.ipn.mx/sistema_cmibq/Congresos/ixtapa/AutoPlay/Docs/EXTENSOS/PRODUCTOS%20NATURALES/PNT365ROS20120131.pdf)
- SAS Institute Inc. 2000. *The SAS system for windows (Version 8.0 for Windows)*. Cary, NC. USA.
- Technical Association of The Pulp And Paper Industry (TAPPI). 1988. Sampling and preparing wood for analysis. T 257 Cm-85. *Tappi Test Methods*. Vol. 1. Fibrous materials and pulp testing. Atlanta, Ga., U.S.A.
- Technical Association of The Pulp And Paper Industry (TAPPI). 1988. Preparation of wood for chemical analysis. T 264 Om-88. *Tappi Test Methods*. Vol. 1. Fibrous materials and pulp testing. Atlanta, Ga., U.S.A.
- Technical Association of The Pulp And Paper Industry (TAPPI). 1988. Water solubility of Wood and pulp. T 207 Om-88. *Tappi Test Methods*. Vol. 1. Fibrous materials and pulp testing. Atlanta, Ga., U.S.A.





## PRODUCCIÓN COMERCIAL DE HOJA DE PALMA JIPI (*CARLUDOVICA PALMATA* RUÍZ & PAV.) EN UNA PLANTACIÓN AGROFORESTAL EN YUCATÁN, MÉXICO

Centeno E., L. R.<sup>1\*</sup> Rivera L., R. R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km. 25 antigua  
carretera Mérida-Motul, Mocochoá, Yucatán. CP 97454

T-27

### RESUMEN

El cogollo de la palma jipi (*C. palmata*), es ampliamente utilizado en artesanías en Bécál, Campeche. En esta región, la producción anual de cogollos se estima en 50 mil piezas. Sin embargo, su monocultivo influye sobre la calidad y precio del cogollo. Se presenta la producción de cogollos en una plantación de jipi establecida en un sistema agroforestal. El objetivo fue evaluar la producción de cogollos de jipi en una plantación agroforestal de 10 años de edad en el suroeste de Yucatán. La plantación de jipi fue establecida en combinación con especies forestales maderables y cultivos agrícolas. El jipi se sembró por hijuelos e intercalado con las especies maderables en líneas uni-específicas. Los espaciamientos para la siembra de jipi fueron de 4 x 6 m entre plantas y líneas de plantación, respectivamente; siendo la densidad de siembra de 425 individuos por hectárea. Se aplicó riego por micro-mangueras, fertilizaciones y control de maleza. La producción de cogollos se estimó mediante la cuantificación de las cosechas. La cosecha comercial de cogollos comenzó al año y medio de la siembra y se estabilizó a los 4 años. La cosecha es mensual y en el primer corte se obtuvieron 3 cogollos por cepa, cantidad que se incrementó hasta llegar a 8 que se obtiene actualmente. El cogollo alcanza hasta un metro de longitud y el precio es de \$ 2.00 por pieza. Se concluye que la cantidad y calidad del cogollo de palma jipi, plantada en sistemas agroforestales, es superior a las plantaciones tradicionales de monocultivo.

**Palabras clave:** Yucatán, Plantación agroforestal, palma jipi, producción comercial, artesanías.

### INTRODUCCIÓN

En el municipio artesanal de Bécál, Campeche, la palma jipi (*Carludovica palmata*), es la especie de mayor uso para la elaboración de artesanías. De esta planta se aprovecha el cogollo (hoja antes de abrir), para la confección de diversas artesanías para el mercado tanto nacional como internacional. Sin embargo, a pesar de la importancia artesanal de este municipio, los artesanos no producen la materia prima, para sus artesanías, el principal productor en la región es la comisaría de Cuch Holoch en el municipio de Halachó, en el vecino estado de Yucatán. En esta localidad, con la participación de 10 productores, se producen alrededor de 50 mil cogollos de palma jipi cada año, los cuales son comercializados con los artesanos de la región.

La palma jipi se cultiva en monocultivo, con alta densidad de siembra (3,900 cepas/ha); este sistema de cultivo propicia fuerte competencia entre cepas, influyendo sobre el tamaño del cogollo y por ende en la calidad y precio del mismo. El precio del cogollo está en función de su calidad y esta depende de la longitud del mismo; a mayor longitud mejor calidad y mayor precio. Se clasifican tres "calidades", buena, regular y baja, dependiendo de la longitud. El precio del cogollo varía desde \$1.00 aquellos de baja calidad hasta \$2.00 los de buena calidad y los de regular calidad se pagan a \$1.50.

Ante esta problemática, la siembra de palma jipi intercalada con especies forestales maderables y cultivos agrícolas (Sistema Agroforestal), representa una alternativa viable ya que se producen alimentos en el corto plazo, se generan ingresos adicionales en el mediano y largo plazos y se



contribuye a la reforestación con especies valiosas con fines de producción maderable. Se presenta información sobre la producción comercial de cogollos de palma jipi establecida en un sistema de producción agroforestal en una comunidad productora de esta palma.

## OBJETIVOS

El objetivo del trabajo fue evaluar la producción comercial de cogollos de palma jipi en un Sistema Agroforestal establecido hace diez años en una comunidad del suroeste de Yucatán.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El SAF fue establecido en la comunidad de Cuch Holoch en el municipio de Halachó, Yucatán, localizado en las inmediaciones de la región artesanal Bécac, Campeche. Los suelos son de dos tipos, los pedregosos y someros y los rojos con presencia de piedras (chac luum); estos últimos suelen ser profundos (hasta 1.20 m de profundidad) y son los utilizados para la actividad agrícola (milpa, horticultura, floricultura, fruticultura) y ganadera (pastizales). La vegetación natural más abundante son comunidades secundarias derivadas de selva mediana subcaducifolia; la temperatura media anual es de 24.5 °C y la precipitación media es del orden de 1,000 a 1,100 mm anuales. La topografía es plana en su conjunto, aunque presenta ondulaciones muy suaves; la altitud es de 15 msnm. La plantación fue en líneas uni-específicas, intercalando líneas de palma jipi (*C. palmata*), con líneas de especies forestales maderables de importancia comercial. La palma jipi plantada es la “variedad ecuador” y se plantó por hijuelos obtenidos de las plantaciones locales; las distancias de siembra fueron de 4.0 m entre plantas de palma jipi, 2.0 m entre especies maderables y 3.0 m y entre líneas de plantación; con estos espaciamientos la densidad de siembra por hectárea es de 1,250 plantas, de las cuales 425 serían de palma jipi. Para aprovechar las labores de cultivo a la plantación y obtener producción en el corto plazo, entre las líneas de plantación se sembraron diversos cultivos agrícolas, maíz (*Zea mays*), calabaza (*Cucurbita moschata*) y otros cultivos hortícolas, aunque en pequeñas superficies. Como parte del manejo intensivo del sistema de producción, se aplicaron riegos de auxilio mediante el sistema de micro-mangueras, fertilizaciones con productos orgánicos e inorgánicos, podas forestales y control de malezas, plagas y enfermedades.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, la alta sobrevivencia y buena producción de la palma jipi, puede ser atribuido principalmente a los siguientes factores, el manejo intensivo del sistema de producción, los riegos de auxilio mediante micromangueras y los suelos planos y de mediana profundidad de la unidad de producción. Después de diez años de establecido el Sistema Agroforestal, la sobrevivencia registrada (Cuadro 1), para la palma jipi continúa siendo de 96%. Como parte de la evaluación del sistema, se determinó el desarrollo de la palma jipi; Inicialmente, el 70% de los individuos de palma jipi presentaron un buen desarrollo, porcentaje bajo si se considera las características adecuadas de la unidad de producción y el manejo intensivo de la misma; esto probablemente se debió a que los hijuelos utilizados para la siembra no fueron uniformes, principalmente en tamaño, lo cual pudo haber sido un factor determinante en el desarrollo de los individuos. Sin embargo, a través del tiempo el desarrollo de las cepas se fue uniformizando, hasta llegar a una plantación muy uniforme, con producción también uniforme.

A.- Sobrevivencia.

Especie artesanal (palma jipi).

Cuadro 1. Sobrevivencia de palma jipi plantada en asociación con especies forestales maderables y cultivos agrícolas en un Sistema Agroforestal en la localidad de Cuch Holoch, Halachó, Yucatán.



Especie	Total individuos	Individuos vivos	Sobrevivencia (%)
<i>Carludovica palmata</i>	55	53	96

### Producción y comercialización

La producción de cogollos se estimó mediante los registros del productor y la cuantificación de las cosechas. La cosecha comercial de cogollos comenzó al año y medio de la siembra y se estabilizó a los 4 años. La cosecha es mensual y en el primer corte se obtuvieron 3 cogollos por cepa, cantidad que se incrementó hasta llegar a 8 o 10, que se obtiene actualmente. El cogollo alcanza hasta un metro de longitud y el precio es de \$ 2.00 por pieza; aquellos que alcanzan hasta 80 cm de longitud se pagan a \$ 1.50 y los que no pasan de 60 cm se compran a \$1.00. En la comercialización, el cogollo se le conoce como “vara”. Los cogollos se comercializan en la localidad artesanal de Calkiní, Campeche y cada productor tiene ya contactado a determinado artesano, a quien le entrega los cogollos cosechados. Existen artesanos que compran los cogollos sin seleccionar tamaños, pero el precio es único y se paga a \$1.50 la pieza (vara). Los cogollos largos se utilizan para artesanías grandes, los cortos para artesanías pequeñas y los residuos (raquis del cogollo), se utiliza para la elaboración de escobas.

### CONCLUSIONES

Se concluye que la producción comercial de cogollo de palma jipi cultivada en sistemas agroforestales, es superior en cantidad, calidad y precio, en comparación con las plantaciones tradicionales de monocultivo.

### LITERATURA CITADA

- González M., A.; L. Pérez M. y J. de la C. Tun D. 1996. Sistema agroforestal para la producción integral de hortalizas, frutales y granos básicos en la zona henequenera de Yucatán, México. Revista de Economía Año XIII, Vol. XIII, No. 46: 51-70.
- Haggar, J. (Editor). 1999. Manual agroforestal para la Península de Yucatán. ICRAF-INIFAP-FUQROOP-FUPROCAM-UNORCA-FF-CRASX. 78 p.
- ICRAF. 1994. Alternatives to slash-and-burn. Aglobal strategy. ICRAF-IFDC-IITA-IRRI-TSBF-CIAT. 37 p.
- Ku Y., B. 2003. Resultados de algunas prácticas y alternativas. En: Rosales G., M.; I. Solís F. y A. Ayala S. (Coordinadores). 2003. Problemática campesina, retos y perspectivas de la investigación y el servicio para el mejoramiento de la milpa en Yucatán. Memoria de trabajos y resultados del foro taller. INIFAP-INAH-EDUCE. 39-41 pp.
- Mas P., J. y G. Borja L. 1974. ¿Es posible mediante el sistema Taungya aumentar la productividad de los bosques tropicales en México?. Boletín Técnico No. 39. SAG-SFF-INIF, México. 47 p.
- Moya G., X.; A. Caamal; B. Kú K.; E. Chan X.; I. Armendáriz; J. Flores; J. Moguel; M. Noh P.; M. Rosales y J. Xool D. 2003. La sustentabilidad que viene de lejos: un análisis multidisciplinario e intercultural de la agricultura campesina de los mayas en Xohuayán, Yucatán. En: Rosales G., M.; I. Solís F. y A. Ayala S. (Coordinadores). 2003. Problemática campesina, retos y perspectivas de la investigación y el servicio para el mejoramiento de la milpa en Yucatán. Memoria de trabajos y resultados del foro taller. INIFAP-INAH-EDUCE. 81-101 pp.
- Rosales G., M.; I. Solís F. y A. Ayala S. (Coordinadores). 2003. Problemática campesina, retos y perspectivas de la investigación y el servicio para el mejoramiento de la milpa en Yucatán. Memoria de trabajos y resultados del foro taller. INIFAP-INAH-EDUCE. 147 p.



- Snook A. y G. Zapata. 1998. Tree cultivation in Calakmul, México: alternatives for reforestation. *Agroforestry Today* Vol. 10 No. 1:15-18.
- Zizumbo V., D.; Ch. H. Rasmussen; L. M. Arias R. y S. Terán C. (Editores). 1992. La modernización de la milpa en Yucatán: Utopía o realidad. CICY, DANIDA (Dinamarca) y CP. 380 p.



## AREAS CON POTENCIAL PRODUCTIVO PARA EL CULTIVO DE HULE (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) DE TEMPORAL EN EL SUR-SURESTE DE MÉXICO

\*Ramírez J, G<sup>1.</sup>, Aguilar D, Y<sup>2.</sup>, Cano G, A<sup>3.</sup>, Ramírez S, J. H<sup>4.</sup>, Loeza D, V<sup>5.</sup>

1, 2, 3, 4 y 5 Investigadores del Centro de Investigación Regional Sureste del INIFAP del Programa del Centro de Cooperación para el Desarrollo de los Trópicos (CECODET). Calle 6 No. 398 X 13, Av. Correa Rachó, Col. Díaz Ordaz. C.P. 97130 Mérida, Yuc., Tel. (999) 1 96 11 83 Ext. 103 y 105. ramirez.genovevo@inifap.gob.mx

T-62

### RESUMEN

En la actualidad se presentan condiciones favorables para fomentar el cultivo del hule (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) en el Sur-Sureste de México como son: la demanda de productos naturales entre ellos el hule; programas gubernamentales de apoyo, que fomentan el establecimiento de nuevas plantaciones y el rejuvenecimiento de aquellas mayores de 30 años; la liberación por parte de INIFAP de plantas policlonadas con menor periodo pre-productivo y mayor rendimiento; rendimientos medios competitivos a nivel internacional y el mejoramiento del precio internacional del hule natural, el cual alcanzó en 2012 los \$ 3,337.00 dólares por tonelada. Por lo anterior resulta relevante disponer de información de dónde existen las mejores condiciones agroecológicas para su fomento y éxito productivo, es decir, la ubicación espacial de las zonas de alto potencial, objetivo del presente trabajo y en donde se consideraron tres acciones importantes que son: la determinación de los requerimientos agroecológicos de la especie para delimitar las áreas que cubren los requerimientos climáticos del cultivo, la estimación de rendimientos a través del programa SWAT y la selección de las áreas donde el rendimiento es rentable. De acuerdo a lo anterior, las zonas óptimas o de alto potencial para el cultivo de hule *Hevea brasiliensis* representan una superficie de más de 1 millón de hectáreas (lo que es 48 veces más del 100% de la superficie que se siembra actualmente). Estas superficies se localizan en cinco de los nueve estados que conforman la región Sur-Sureste de México.

**Palabras clave:** Regionalización, Modelación, Bases de datos, Superficies potenciales

### INTRODUCCIÓN

El manejo sostenible de los recursos de la tierra requiere de políticas correctas y de una planificación basada en el conocimiento de estos recursos, la demanda de sus usos y las interacciones entre ellos. Por lo tanto, en la planificación del uso de los recursos naturales, el propósito de zonificar es el de separar áreas con similares potencialidades y limitaciones para el desarrollo; para estos propósitos, los sistemas de información geográfica (SIG) han surgido como una poderosa herramienta para tal propósito.

El incremento en la demanda en el mercado internacional, el mejoramiento del precio medio rural y la poca disponibilidad de materia prima, plantea la necesidad de aumentar la superficie del cultivo de hule *Hevea brasiliensis* por parte de las autoridades gubernamentales, industriales, empresarios particulares y del sector social.

Ante la relevancia que adquiere el cultivo de hule, se consideró necesario caracterizar el medio físico y los factores naturales del Sur-Sureste de México, para localizar las áreas de cultivo más adecuadas para su producción bajo condiciones de temporal con el fin de dar bases para la toma de decisiones de productores, empresas e instituciones hacia donde orientar el fomento de su cultivo. Esta parte reviste especial interés, ya que las condiciones del mercado son favorables



para reconvertir áreas para su cultivo, rehabilitar plantaciones abandonadas e incrementar a muy corto plazo la superficie y la producción en el país.

### **Objetivo**

Ubicar espacialmente las zonas de alto potencial, considerando tres acciones importantes que son: la determinación de los requerimientos agroecológicos de la especie para delimitar las áreas que cubren los requerimientos climáticos del cultivo, la estimación de rendimientos a través del programa SWAT y la selección de las áreas donde el rendimiento es rentable.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para la determinación de las zonas potenciales para hule de temporal se consideraron tres acciones relevantes que son: la determinación de los requerimientos agroecológicos de la especie para delimitar las áreas que cubren los requerimientos climáticos del cultivo, la estimación de rendimientos a través del programa SWAT (Soil and Water Assessment Tool, por sus siglas en inglés) y la selección de las áreas donde el rendimiento es rentable.

**Requerimientos agroecológicos de *Hevea brasiliensis*.** Para determinar los criterios sobre los requerimientos agroecológicos del cultivo de hule y definir las áreas con potencial bajo condiciones de temporal se consideró el Reporte Preliminar de los Requerimientos de los cultivos de FAO (ECOCROP, 1993), el cual integra información de más de 2000 especies vegetales y el libro técnico de INIFAP sobre Requerimientos Agroecológicos de Cultivos (Ruiz C, A. et al, 1999).

**Requerimientos Climáticos:** El hule se debe cultivar en sitios con una altura sobre el nivel del mar de 0 a 600 metros, una temperatura que varíe entre los 25 - 30 °C, con una precipitación de 1800 a 2500 mm anuales y una Humedad Relativa del 70 al 90%; además necesita por lo menos de 1500 a 2500 horas luz al año.

La precipitación requiere una distribución mensual de más de 100 mm, en caso de ser menor se considera mes seco y solo tolera dos meses secos

**Requerimientos Edáficos:** El hule no es muy exigente en las propiedades químicas del suelo, ya que se desarrolla con pH de 4 a 6, y con contenidos de material orgánica de 1.5 a 4%. Sin embargo, es importante tener en cuenta las propiedades físicas, ya que requiere suelos profundos, bien drenados y no inundables.

Se deben de evitar suelos delgados como los Leptosoles (Litosoles y Rendzinas) y suelos con problemas de drenaje como los Gleysoles, Vertisoles y Solonchak's. Así como también, las áreas cercanas a los ríos y zonas sujetas a inundación.

**Delimitación de Zonas de Potencial Productivo.** Para procesar y analizar la información, se utilizó el software Arc Gis 9.3. de ESRI e Idrisi32 versión 32.22. Estos softwares permiten representar datos georreferenciados, analizar las características y patrones de distribución de grandes bases de datos y generar informes con los resultados de dichos análisis.

Con el fin de caracterizar el medio físico y zonificar las áreas potenciales para hule, se utilizaron las bases de datos que a nivel estatal dispone el INIFAP, la cual consta fundamentalmente de tres componentes: Modelo Digital de Elevación (MDE) , Base de Datos de Clima y Base de Datos de Suelos.

Con los tres componentes de la base de datos, se generaron archivos raster de la altitud, pendientes, clima y suelos. Los archivos raster se reclasificaron de acuerdo a los



requerimientos del hule, para identificar la ubicación de las áreas que cubren las necesidades del cultivo. Una vez reclasificados, se superpusieron por pares todos los archivos raster que intervienen, para ubicar las zonas no aptas (existen varias limitantes físicas para su producción), zonas con mediano potencial (con algunas limitantes para su desarrollo) y de alto potencial (las condiciones agroecológicas para producirlo en todas las variables consideradas como suelos, temperatura, precipitación, clima, altitud, topografía, son las óptimas).

Para el presente trabajo solo se presentaron exclusivamente las áreas donde mejor interaccionan los recursos naturales para la producción de hule de alto potencial.

Determinación de Rendimientos. Para la determinación de rendimientos del cultivo, se utilizó el modelo SWAT que trabaja como interfaz del SIG Arc GIS 9.3.

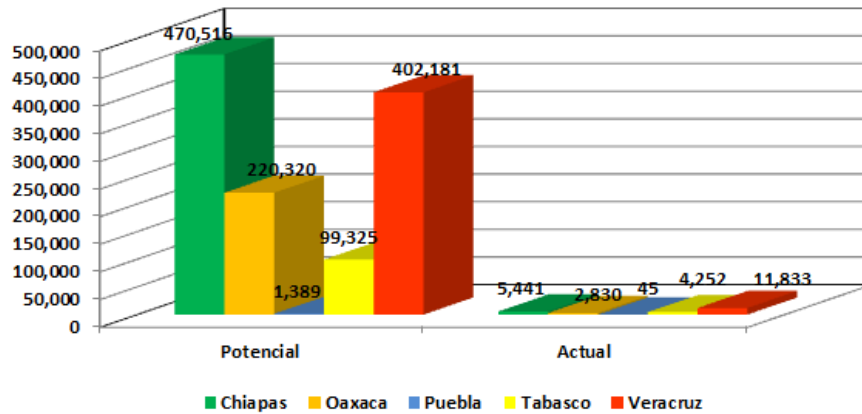
Para la estimación de la producción de biomasa el SWAT trabaja a nivel de cuenca y subcuenca. El modelo subdivide la cuenca en subcuencas, basándose en la topografía del área de estudio mediante un MDE 30x30 pixel del INEGI (Narasimhan, et al. 2005; Garg, et al. 2011; Du, et al. 2006; Akhavan, et al. 2010; Guzmán, et al. 2004). Para la generación de la red de flujos acumulados, así como la red de escurrimientos y el balance hídrico, el SWAT se basa en el análisis del MDE y un mapa de ríos (INEGI escala 1:250,000). La delineación de las subcuencas se realizó seleccionando las salidas de la red de flujos generada por el modelo. Una vez generadas las subcuencas, el modelo calculó los parámetros correspondientes de cada una de ellas.

Una vez creadas las subcuencas, el modelo las subdividió en unidades de respuesta hidrológica (URH) las cuales se basan en un único tipo de suelo, uso de suelo, tipo de clima y rango de pendiente (Narasimhan, et al. 2005; Garg, et al. 2011; Du, et al. 2006; Akhavan, et al. 2010; Guzmán, et al. 2004).

## RESULTADOS

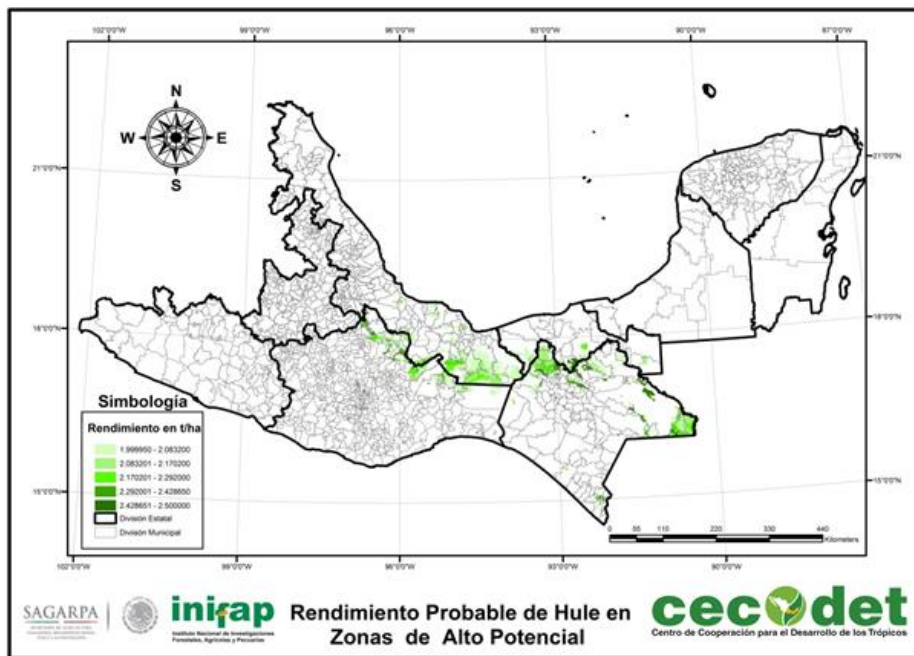
Las zonas óptimas o de alto potencial para el cultivo de hule *Hevea brasiliensis* en la región Sur-Sureste ocupan una superficie de más de 1 millón de hectáreas (lo que representa 48 veces más el 100% de la superficie que se siembra actualmente). Estas superficies se localizan en cinco de los nueve estados que conforman la región y que son:

Chiapas con 470,515 hectáreas y constituyen el 39 % del total; Oaxaca con 220,320 hectáreas y representa el 18 % del total; Veracruz con 402,181 hectáreas y equivale al 34 % del total; Tabasco con 99,325 hectáreas y representa el 8 % del total y finalmente Puebla con 1,389 hectáreas y que constituye menos del 1 % (Gráfico 1).



**Gráfico 1.** Superficie (has) Actual y de Alto Potencial en los Estados del Sur-Sureste de México

Al hablar de alto potencial es donde interaccionan las condiciones óptimas de las variables agroecológicas del cultivo y donde es factible lograr rendimientos competitivos que para el caso de hule se considera de más de 2.0 t/ha. Su distribución estatal y municipal se muestra en el mapa anexo (Figuras 1).



**Figura 1.** Distribución espacial de los Rendimientos Probables de *H. brasiliensis* en los Estados del Sur-Sureste de México con Alto Potencial.

Superficie Actual y Potencial por Municipio en Chiapas. Actualmente se siembran 5,441 has en el estado de Chiapas, pero existe un potencial de más de 470,515 has. De los 122 municipios del estado, 54 cuentan con alto potencial productivo. En este estado 11 municipios tienen más de 10 mil hectáreas con alto potencial entre los que sobresalen Benemérito de las Américas con 95,392 has, Márquez de Comillas con 75,107 has y Ocosingo con más de 48,381 has.





Superficie Actual y Potencial por Municipio en Oaxaca. Actualmente se siembran 2,830 hectáreas en el estado de Oaxaca, pero existe un potencial de más de 220,320 hectáreas. De los 570 municipios del estado, 49 cuentan con alto potencial productivo y sobresalen -por disponer de superficie de alto potencial- Santa María Chimalapa con 38,282 hectáreas, Matías Romero Avendaño con 37,547 hectáreas, San Juan Lalana y Santiago Yaveo con más de 17,500 hectáreas.

Superficie Actual y Potencial por Municipio en Tabasco. Actualmente se siembran 4,252 hectáreas en el estado de Tabasco, pero existe un potencial de más de 99,325 hectáreas. De los 17 municipios del estado, 9 cuentan con alto potencial productivo en donde sobresalen Huimanguillo con 44,905 has, Tacotalpa con 21,308 has y Macuspana con 18,456 has.

Superficie Actual y Potencial por Municipio en Veracruz. Actualmente se siembran 11,833 hectáreas en el estado de Veracruz, pero existe un potencial de 402,181 hectáreas. De los 212 municipios del estado, 44 cuentan con alto potencial productivo entre los que sobresale el municipio de las Choapas con 52,170 has, Minatitlán con 41,405 has e Hidalgotitlán con 38,916 has.

## DISCUSIÓN

El potencial para hule bajo condiciones de temporal se localiza en cinco de los nueve estados que conforman la región del Sur-Sureste de México y donde es factible incrementar superficies y rendimientos es en los estados de Tabasco y Chiapas principalmente, en menor medida en Veracruz y Oaxaca y por último en municipios del norte de Puebla.

Los estados en los que se deben de promover sus plantaciones por el potencial productivo y el número de municipios que cuentan con el potencial son: Chiapas con 54 municipios que representan el 44% del total de sus municipios; Tabasco con 9 municipios que constituyen casi el 53% del Total, Veracruz con 44 municipios que significan casi el 21% del total y Oaxaca con 49 municipios que representan el 8.5% del total.

En la actualidad se presentan condiciones favorables para fomentar su cultivo en el Sur-Sureste de México como son: la demanda de productos naturales entre ellos el hule; programas gubernamentales de apoyo, que fomentan el establecimiento de nuevas plantaciones y el rejuvenecimiento de aquellas mayores de 30 años; la liberación por parte de INIFAP de plantas policlonadas con menor periodo pre-productivo y mayor rendimiento; rendimientos medios competitivos a nivel internacional y el mejoramiento del precio internacional del hule natural, el cual alcanzó en 2012 los \$ 3,337.00 dólares por tonelada.

## CONCLUSIONES

- a) La región Sur-Sureste del país presenta un potencial alto de más de un millón de hectáreas para hacer detonar el cultivo de hule en la zona, principalmente en los estados de Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Tabasco y en menor medida Puebla.
- b) La superficie potencial es 48 veces, más del 100% de las 24,401 has que se siembran actualmente.
- c) Existen municipios en los cinco estados que siembran hule que cuentan con potencial alto para el cultivo, es decir, en donde interaccionan variables climáticas, edáficas y fisiográficas (altura y pendiente) en condiciones óptimas para su producción.



- d) Algunos municipios que siembran hule en los cinco estados productores coinciden con las zonas de potencial alto, sin embargo existen mayor número de municipios con potencial alto que no están siendo aprovechados con la siembra de hule.
- e) Es importante fomentar su cultivo en áreas donde existe potencial alto y se produce actualmente por la experiencia acumulada de los productores con el cultivo.

#### LITERATURA CITADA

- Akhavan S., L. Abedi-Koupai, S. F. Mousavi, M. Afyuni, S. S. Eslamian and K. C. Abbaspour. 2010. Applications of SWAT model to investigate nitrate leaching in Hamadan-Bahar Watershed, Iran. *Ecosystems and Environment* 139: 675-688.
- Du B., A. Saleh, D. B. Jaynes, and J. G. Arnold. 2006. Evaluation of SWAT in Simulating Nitrate Nitrogen and Atrazine Fates in a Watershed with Tiles and Potholes. *American Society of Agricultural and Biological Engineers* 49: 949-959.
- Garg K. K., L. Bharati, A. Gaur, B. George, S. Acharya, K. Jella, and B. Narasimhan. 2011. Spatial mapping of agricultural water productivity using the SWAT model in Upper Bhima Catchment, India. *Irrigation and Drainage*. Publicado en línea en Wiley On line Library.
- Guzmán E., J. Bonini, D. Matamoros. 2004. Aplicación del modelo hidrológico SWAT (Soil and Water Assessment Tool) para la predicción de caudales y sedimentos en una cuenca hidrográfica Caso de estudio: Cuenca del Rio Chaguana. *Revista Tecnológica* 17: 152-161.
- FAO, 1993. *Ecocrop, Requerimientos ecológicos de las especies vegetales, base de datos*. Roma, Italia.
- Ruiz, C. J. A. *et al.* 1999. *Requerimientos Agroecológicos de Cultivos*. Libro Técnico No. 3. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. INIFAP. SAGAR. Guadalajara, Jalisco. México.



## DESARROLLO DE CEDRO (*Cedrela odorata* L.) EN UN SISTEMA DE RESTAURACIÓN FORESTAL EN YUCATÁN, MÉXICO

Rivera L. R. R<sup>1.\*</sup>, Centeno E. L. R<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México.  
rivera.refugio@inifap.gob.mx ; centeno. Roberto@inifap.gob.mx

T-67

### RESUMEN

En Yucatán, el cedro (*Cedrela odorata* L.) es la especie maderable más utilizada en plantaciones forestales. Sin embargo, su desarrollo se ve limitado por diversos factores ambientales y de manejo. Una alternativa viable para la restauración exitosa de pequeñas superficies es el establecimiento de plantaciones agroforestales. Se presentan los resultados de la evaluación de una plantación de restauración forestal con cedro de 14 años de edad, establecida en combinación con cultivos agrícolas durante los tres primeros años. El objetivo fue evaluar el desarrollo del cedro en una plantación de restauración de 14 años en el sur de Yucatán. La plantación se estableció en el año 2,000 en el Sitio Experimental Uxmal del INIFAP. Los suelos son una combinación de pedregosos con rojos; la topografía es ligeramente ondulada y una elevación de 70 msnm. La temperatura y precipitación promedio anual es 24 °C y 1,100 mm, respectivamente. La vegetación predominante corresponde a comunidades secundarias derivadas de Selva Mediana Sub-caducifolia. La superficie plantada fue de una hectárea y la densidad de 1,320 plantas /ha, con espaciamentos de 2.5 m entre plantas y 3 m entre hileras; la información de campo se obtuvo de 89 individuos seleccionados al azar. Se registraron las variables: sobrevivencia, diámetro normal, altura total y fustal y cobertura de copa. Los resultados indican sobrevivencia superior al 84% y valores promedio para Diámetro Normal 13.50 cm, Altura Total 8.20 m, Altura Fustal 4.65 m y Cobertura de Copa 34.60 m<sup>2</sup>. Se concluye que el cedro en Sistemas Agroforestales para la restauración de áreas degradadas es superior en sobrevivencia y desarrollo en comparación con plantaciones tradicionales.

**Palabras clave:** Restauración, forestal, sistemas, cedro, evaluación.

### INTRODUCCIÓN

En México, las plantaciones forestales comerciales con diversas especies, representan una alternativa viable para la producción maderable. En el país se reportan más de 10 millones de hectáreas, distribuidas principalmente en el sur-sureste, con vocación para plantaciones maderables y un mercado interno que crece a un ritmo anual del 5%. El PRODEPLAN, en el período 1997-2004, destinó recursos para plantaciones maderables en una superficie de 332 mil ha, siendo beneficiados más de 23 mil productores; sin embargo, para la mayor parte de dichas plantaciones, se ha registrado sobrevivencia muy baja; la CONAFOR reporta una media nacional de 43% de sobrevivencia y reconoce que dos de las principales causas son el desconocimiento de la tecnología adecuada y la falta de organización y capacitación.

En Yucatán, a pesar de que anualmente se reportan plantaciones forestales comerciales, el establecimiento de dichas plantaciones no ha tenido el éxito esperado, debido a diversos factores. La escasa experiencia se relaciona con pequeñas plantaciones realizadas bajo políticas de programas oficiales de reforestación, generalmente con fines diferentes a lo comercial. En la mayoría de los casos, éstas reforestaciones se han realizado bajo un esquema de plantación pura, casi exclusivamente con cedro (*Cedrela odorata*), por ser una especie de alto valor comercial. Por lo general, estas plantaciones carecen de un plan de manejo que considere prácticas silviculturales (mantenimiento, podas, control de plagas y enfermedades,



fertilización, etc.), que aseguren el éxito de la plantación y su buen desarrollo. Este esquema de plantación, aunado a aspectos sociales (deficiente organización, escasa capacitación y poca información técnica), y al ambiente físico difícil (suelos someros y pedregosos y precipitación escasa y errática), son las principales causas que dichas plantaciones sean abandonadas, resultando en bajas tasas de sobrevivencia (30% e incluso nulas) y los sobrevivientes desarrollen fustes de mala calidad.

En el año 2,000, se plantaron en el Estado alrededor de 3 millones de plantas en 2,500 ha; sin embargo, al no contar con un paquete tecnológico que asegurara su establecimiento exitoso, estas fueron abandonadas, resultando en altas tasas de mortalidad e incluso en muchos casos la sobrevivencia fue nula. Para el año 2,012 se consideró para el Estado una inversión de 11 millones de pesos para la producción en vivero de 5 millones de plantas para la reforestación de 7 mil hectáreas. Sin embargo, a pesar de estas acciones y recursos, no ha sido posible revertir la tendencia de reducción de las superficies arboladas ni impulsar procesos significativos de reforestación.

El desarrollo de plantaciones intensivas con especies de alto valor comercial es una vía de desarrollo económico y social con prospectiva para el Estado, que deben ser promovidas en el marco de un desarrollo sustentable y de programas de restauración forestal que aseguren la conservación de los recursos forestales y reduzcan el impacto del calentamiento global.

En este contexto, la restauración forestal mediante Sistemas Agroforestales (SAF) es una alternativa productiva aceptable ya que satisface las necesidades básicas de las familias en el medio rural, generan ingresos adicionales y contribuyen al fomento de los recursos forestales. La Agroforestería puede contribuir a resolver la actual crisis rural en zonas marginadas de la región. La búsqueda de alternativas agroforestales deberá partir de diversos trabajos (Mas y Borja, 1974; González et. al., 1996; Snook y Zapata, 1998; Haggar, 1999; entre otros), que proporcionan información para iniciar las acciones que se requieran; es necesario generar mayor información y sistematizar la existente.

Con el propósito de fomentar dichas plantaciones agroforestales, se presenta información relacionada con el establecimiento y desarrollo de cedro (*C. odorata*), en un sistema de producción cedro-cultivos agrícolas.

### **Objetivo**

El objetivo fue evaluar el desarrollo de cedro en una plantación de restauración forestal de 14 años de edad en el sur de Yucatán.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

La plantación agroforestal fue establecida en el Sitio Experimental Uxmal del INIFAP en el municipio de Muna, Yucatán, localizado al sur del estado en la región de la Sierrita de Ticul. Los suelos predominantes son los rojos con presencia de piedras (chac luum) y relativamente profundos (hasta 1 m de profundidad); la topografía es ligeramente ondulada con “planadas” y pequeñas “elevaciones” no mayores de 10 m de altura; la altitud es de 70 m. La vegetación predominante corresponde a comunidades secundarias derivadas de Selva Mediana Subcaducifolia; la temperatura media anual es de 24 °C y la precipitación media anual es del orden de los 1,100 mm anuales. La plantación fue establecida en líneas uni-específicas de cedro (*C. odorata*), con distanciamientos de siembra de 2.5 m entre plantas y 3.0 m entre líneas; la densidad de siembra fue de 1,320 plantas por hectárea. Durante los primeros tres años de establecimiento de la plantación y en toda la superficie de la misma, con la finalidad de aprovechar las labores de cultivo a la plantación para obtener producción en el corto plazo, se



sembraron entre las líneas de plantación cultivos agrícolas tradicionales tales como maíz (*Zea mays*) y chile habanero (*Capsicum chinensis* Jacq), además de otros cultivos hortícolas, aunque esto último fue en pequeñas superficies. Como parte del manejo intensivo del sistema de producción, este se mantuvo libre de malezas y se realizó el control de plagas y enfermedades, en ambos cultivos, además de la aplicación de podas forestales.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, la alta sobrevivencia y buen desarrollo, puede ser atribuido al manejo intensivo del sistema de producción y a los suelos planos y de mediana profundidad de la superficie sembrada.

Después de 14 años de establecido el Sistema Agroforestal, la sobrevivencia de la especie cedro es mayor del 84 % (Cuadro 1).

Cuadro 1. Sobrevivencia de cedro en un Sistema Agroforestal en el Sitio Experimental (S.E.) Uxmal del INIFAP en Muna, Yucatán.

Especie	Individuos plantados (#)	Individuos vivos (#)	Sobrevivencia (%)
Cedro ( <i>Cedrela odorata</i> )	89	75	84.3

Como parte de la evaluación del sistema de producción, se determinó el incremento en diámetro normal, crecimiento en alturas fustal y total y desarrollo de cobertura de copas.

Diámetro Normal en cedro. Los datos de diámetro normal registrados fueron los siguientes: Cuadro 2 y Figura 1.

Cuadro 2. Valores de Diámetro Normal de árboles de cedro plantados en un Sistema Agroforestal en el S. E. Uxmal, Muna, Yucatán.

Especie	Número de individuos	Diámetro Normal promedio (cm)	Diámetro Normal mínimo (cm)	Diámetro Normal máximo (cm)
Cedro ( <i>Cedrela odorata</i> )	75	13.50	3.10	25.10

En el Cuadro 2 se observa un amplio rango de diámetros lo cual obedece a un crecimiento diferencial también muy variable. En la Gráfica 1 se observa que la mayor parte de los individuos (80%) se concentran en las categorías de 10 y 15 cm, lo cual indica incrementos en diámetro normal, para esta especie. El promedio de incremento para este parámetro fue de casi 1.0 cm por año, valor superior al reportado (0.7 cm), para la misma especie en plantaciones tradicionales.

En la plantación existe una estrecha relación de los diámetros con la posición de los árboles en el dosel, formando estratos; se pueden diferenciar tres estratos, inferior, medio y superior. Los diámetros pequeños (cat. diam. de 5 cm), son árboles suprimidos que se encuentran en el dosel inferior, presentan mala apariencia y su fenotipo es indeseable. Los de las categorías superiores (cat. diam. de 20 y 25 cm), son individuos dominantes y sobresalientes, de copa media a grande y fuste comercial bien conformado y de buena longitud; en conjunto su apariencia es vigorosa y presentan características fenotípicamente deseables. Finalmente los de las categorías diamétricas intermedias (10 y 15 cm), son los árboles que ocupan el estrato medio. Estos árboles presentan ciertas características fenotípicas deseables, entre las que se cuentan principalmente diámetro normal y altura de fuste comercial; sin embargo, por lo general, estos individuos presentan alguna otra característica indeseable.

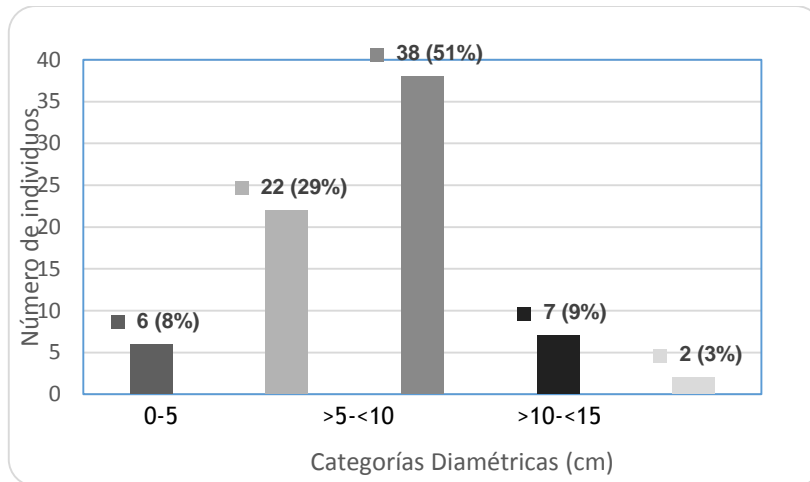


Figura 1. Distribución diamétrica en árboles de cedro en una plantación agroforestal en el S.E. Uxmal, Muna, Yucatán.

Altura Total en cedro. Los datos de altura total registrados fueron los siguientes: Cuadro 3 y Figura 2.

Cuadro 3. Valores de Altura Total de árboles de cedro plantados en un Sistema Agroforestal en el S.E. Uxmal, Muna, Yucatán.

Especie	Número de individuos	Altura Total promedio (m)	Altura Total mínima (m)	Altura Total máxima (m)
Cedro ( <i>Cedrela odorata</i> )	75	8.20	4.00	10.20

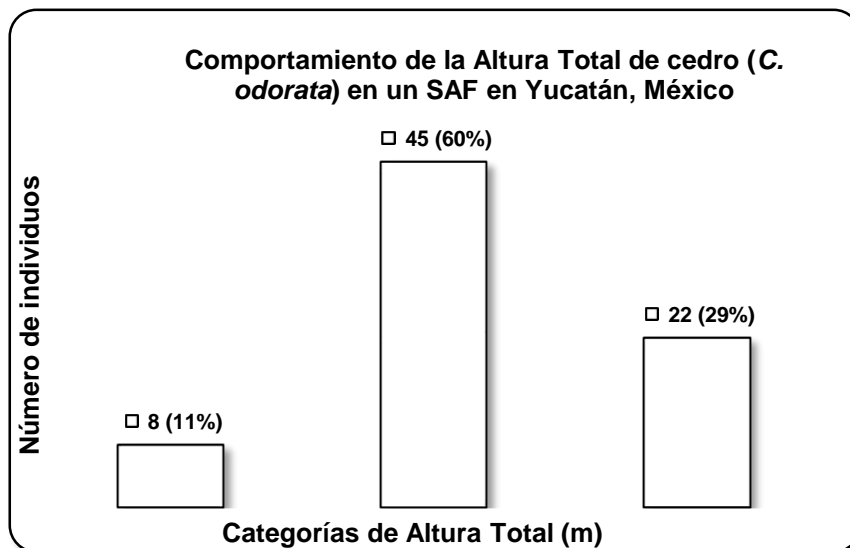


Figura 2. Distribución de la Altura Total en árboles de cedro en un Sistema Agroforestal en el S.E. Uxmal, Muna, Yucatán.

En el Cuadro 3 se observa que aunque el rango de altura total no presenta fuerte variación, en la Figura 2 se observa que la mayor parte de los individuos (60%) se concentran en la categoría 2, que corresponden a individuos entre 7 y 9 metros de altura, los cuales siendo dominantes,

junto con los de mayor altura (dominante), son los que imprimen las características al sistema agroforestal. Los individuos ubicados en la categoría menor son árboles suprimidos que, en algunos casos solo esperan alguna oportunidad para desarrollar en busca de luz y otros definitivamente quedarán como suprimidos e incluso, estos últimos, silviculturalmente es recomendable eliminarlos para dar oportunidad a otros de pasar al siguiente estrato.

Altura de fuste limpio en cedro. Los datos de altura fustal registrados fueron los siguientes: Cuadro 4 y Figura 3.

Cuadro 4. Valores de Altura Fustal de árboles de cedro plantados en un Sistema Agroforestal en el S.E. Uxmal, Muna, Yucatán.

Especie	Número de individuos	Altura de Fuste promedio (m)	Altura de Fuste mínima (m)	Altura de Fuste máxima (m)
Cedro ( <i>Cedrela odorata</i> )	75	4.65	1.05	8.00

En el Cuadro 4 se puede observar que el rango de altura fustal es bastante variable. En la Gráfica 3 se observa que el mayor porcentaje de los individuos (85%), se concentran en las categorías fustales 2, 3 y 4, lo cual indica que de la mayoría de los árboles se puede obtener al menos una troza comercial de 8 pies de largo (2.44 m aproximadamente); incluso, algunos árboles de las categorías 3 y 4 pueden producir hasta dos o tres trozas comerciales de esta valiosa especie maderable.

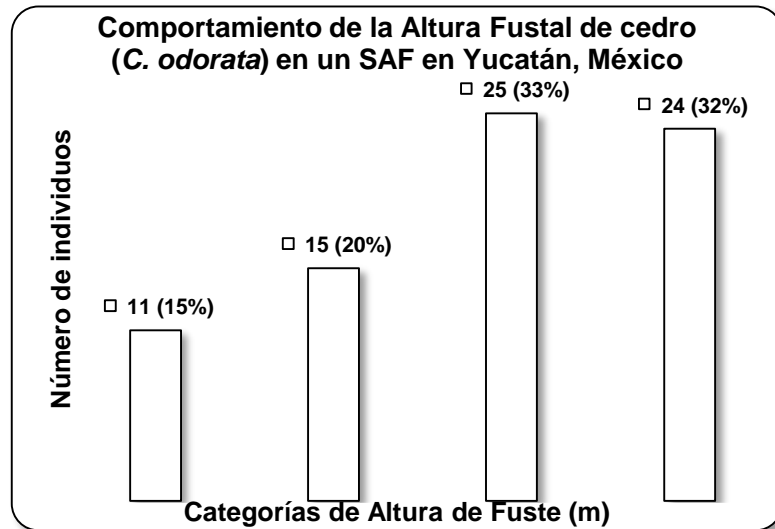


Figura 3. Distribución de la Altura de Fuste en árboles de cedro en un Sistema Agroforestal en el S.E. Uxmal, Muna, Yucatán.

Cobertura en cedro. Los datos de Cobertura registrados fueron los siguientes: Cuadro 5 y Figura 4.

Cuadro 5. Valores de Cobertura de árboles de cedro plantados en un Sistema Agroforestal en el S.E. Uxmal, Muna, Yucatán.

Especie	Número de individuos	Cobertura promedio (m <sup>2</sup> )	Cobertura mínima (m <sup>2</sup> )	Cobertura máxima (m <sup>2</sup> )
Cedro ( <i>Cedrela odorata</i> )	75	34.60	1.13	196.10

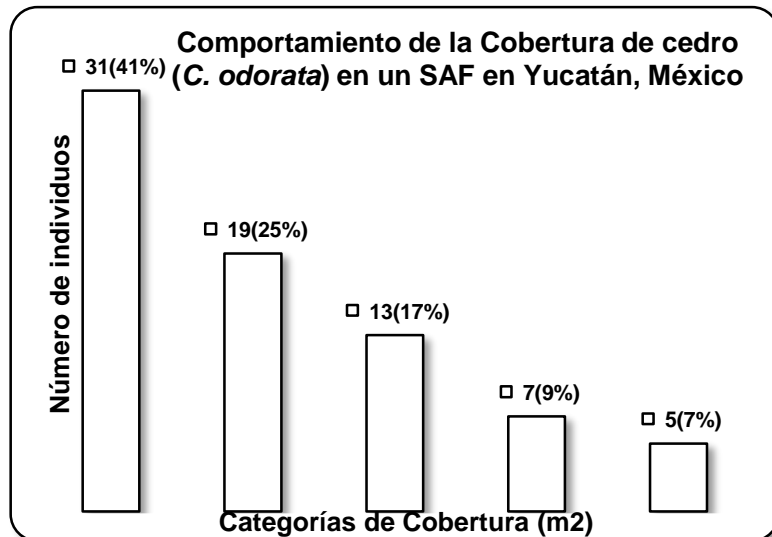


Figura 4. Distribución de la Cobertura en árboles de cedro en un Sistema Agroforestal en el S.E. Uxmal, Muna, Yucatán.

En el Cuadro 5 se observa que aunque el rango de cobertura fue muy variable, en la Gráfica 4 se observa que la cobertura se encuentra distribuida en las tres primeras categorías (83 %) y solamente el 16 % se concentra en las últimas dos (4 y 5), que corresponden a individuos con mayor follaje, siendo estos últimos los árboles dominantes y sobresalientes. Los árboles con mayor follaje corresponden a aquellos que presentan los mayores valores de diámetro y altura total.

## CONCLUSIONES

Se concluye que los crecimientos e incrementos de la especie cedro (*Cedrela odorata*) en plantaciones agroforestales (SAF), es superior en relación a las plantaciones tradicionales, por lo que constituye una alternativa viable para la reforestación con esta especie forestal maderable de alto valor comercial. Plantaciones con esta especie se recomienda hacerlas bajo el esquema de Sistemas Agroforestales (SAF), ya que las actividades de cultivo de las especies agrícolas benefician a la especie forestal e incluso la diversidad del sistema de producción contribuye a disminuir el ataque de plagas forestales, principalmente barrenadores.

## LITERATURA CITADA

- González M., A.; L. Pérez M. y J. de la C. Tun D. 1996. Sistema agroforestal para la producción integral de hortalizas, frutales y granos básicos en la zona henequenera de Yucatán, México. Revista de Economía Año XIII, Vol. XIII, No. 46: 51-70.
- Lamprecht H. 1990. Silvicultura en los trópicos. GTZ. 335 p.
- Mas P., J. y G. Borja L. 1974. ¿Es posible mediante el sistema Taungya aumentar la productividad de los bosques tropicales en México? Boletín Técnico No. 39. SAG-SFF-INIF, México. 47 p.
- Snook A. y G. Zapata. 1998. Tree cultivation in Calakmul, México: alternatives for reforestation. Agroforestry Today Vol. 10 No. 1:15-18.





## DAÑOS OCASIONADOS POR *Naupactus cervinus* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) ASOCIADO AL FOLLAJE DE *Citrus latifolia* Tanaka EN EL ESTADO DE TABASCO, MÉXICO.

\*Sumano-López D.<sup>1</sup>, Mendoza-Mexicano M.<sup>2</sup>, Miranda-Marini R.<sup>2</sup>, Arias-López V. H.<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Huimanguillo. CP. 86400, Huimanguillo, Tabasco, México, sumano.dante@inifap.gob.mx

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Cotaxtla. CP. 91700, Km.34.5 Carretera Federal Veracruz-Córdoba. Municipio. Medellín de Bravo, Veracruz.

<sup>3</sup>Colegio de Postgraduados. Campus Tabasco. CP. 86500. H. Cárdenas, Tabasco. México.

T-74

### RESUMEN

El picudo de los cítricos *Naupactus cervinus* Boheman es una especie altamente polífaga, que afecta a más de 270 especies de plantas. En México se ha encontrado alimentándose de especies frutales y forestales. El objetivo de este trabajo es describir los daños de *N. cervinus* sobre *Citrus latifolia* Tanaka en el estado de Tabasco, México, mediante monitoreo en una plantación de cinco ha y cinco años de edad. Se observaron adultos alimentándose de brotes tiernos y hojas maduras, ocasionando daños mecánicos fuertes en forma de mordeduras en los bordes de las hojas, dejando en algunos brotes solo la nervadura central, específicamente en los tiernos. Las observaciones se realizaron durante los meses de octubre de 2013 a mayo de 2014, determinándose dos picos de daños durante los meses de abril y otro de octubre a noviembre, siendo este último el de mayor intensidad.

**Palabras clave:** *Naupactus cervinus*, *Citrus latifolia*, daños.

### INTRODUCCION

El picudo de los cítricos (*Naupactus cervinus* (Boheman, 1840) = *Pantomorus cervinus* = *Asynonychus cervinus*) es un escarabajo altamente polífago, el cual afecta a más de 270 especies de plantas (Ascunse *et al.*, 2009). Es un insecto del orden Coleóptera de la familia Curculionidae que afecta en sus diferentes estadios al follaje y raíces de varias especies de frutales, ornamentales y forestales (Lanteri *et al.*, 2002; Rosas *et al.*, 2011). *N. cervinus* tiene su origen en selvas subtropicales de Sudamérica, distribuido desde Argentina a Norteamérica, además de Europa, Australia, Nueva Zelanda y otras islas del Pacífico y del Atlántico (Lanteri *et al.*, 2010).

Esta especie se encuentra distribuida en varias regiones del mundo, y posee una alta variedad de hospedantes, principalmente en las áreas neotropicales, considerada de importancia fitosanitaria (Lanteri & Del Rio, 2008). En Argentina y Chile existen reportes de daños en alfalfa *Medicago sativa* L. En Chile, también se han observado adultos alimentándose frutales como la frambuesa *Rubus idaeus* L. y la frutilla *Fragaria* sp. (Ripa & Luppichini, 2008). En Brasil también se tiene registros de daños para *Citrus* sp., *Coffea arabica* L., *Ipomea batatas* L., *Saccharum officinarum* L., *Medicago sativa* L., *Prunus armeniaca* L., y en Florida se menciona el daño en *Citrus* sp. como *Asynonychus godmani*, además sobre varias especies ornamentales (Lanteri *et al.*, 2002).

Los primeros reportes del Género *Pantomorus* en la región de México y América central fueron realizados por Sharp (1891) y Champion (1911). Jones & Cozar (2007) mencionan en México la presencia del insecto en bosque de *Quercus* sp. y Salas-Araiza *et al.*, (2001) informaron sobre especímenes de adultos en follaje de *Persea americana* L., en Irapuato, Guanajuato, México.



Romero-Nápoles *et al.*, (1996) indican la presencia de adultos sobre *Schinus molle* L. en Texcoco, Estado de México, pero descrita como *Pantomorus cervinus*. En Tabasco se reporta la presencia en el cultivo de Limón Persa (*Citrus latifolia* Tanaka), ocasionando daños en follaje (Sumano *et al.*, 2014).

Para el estado de Tabasco los daños ocasionados no han sido estimados para la determinación del umbral económico en el cultivo, debido a que hasta el momento, la presencia de dicho insecto se ha manifestado en las épocas en las que el valor comercial del fruto es bajo. Sin embargo se debería de tomar en cuenta ya que aparentemente puede afectar la cosecha de invierno, considerada la de mayor valor comercial.

### Objetivo

Describir los daños ocasionados por *Naupactus cervinus* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) en una plantación de limón persa.

### MATERIALES Y METODOS

Para la determinación de los daños en la región de la zona citrícola del municipio de Huimanguillo, en el estado de Tabasco, se realizaron observaciones y colectas de material vegetal en una plantación de limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) de cinco hectáreas y cinco años de edad, ubicada en la franja de la Sabana de Huimanguillo, específicamente en la comunidad denominada Ra. Tierra Nueva 3ra. Sección.

El periodo del trabajo fue durante los meses de Octubre de 2013 a Mayo de 2014. Para ello se identificaron 20 árboles mediante el muestreo de cinco de oros (4 árboles por punto), en los cuales se realizó la colecta de 4 brotes vegetativos de no más de 20 cm de longitud cada 15 días, donde se registró la presencia/ausencia de ataque de *N. cervinus* en los árboles.

Los brotes fueron llevados al Laboratorio de Fitopatología del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Huimanguillo, ubicado en el KM 1 de la carretera Huimanguillo- Cárdenas, en el Municipio de Huimanguillo, Tabasco para su análisis.

### RESULTADOS Y DISCUSION

La presencia de daños de *N. cervinus* se encontró marcadamente en dos periodos del año, específicamente a mediados de abril y en los meses de octubre y noviembre. Las lesiones se distribuyen en el follaje de *C. latifolia* principalmente en brotes jóvenes, causando un daño mecánico consecuencia del tipo de aparato bucal masticador del insecto. De acuerdo al muestreo de cinco de oros, se obtuvieron los siguientes datos:

Meses muestreados	Brotos dañados	Porcentaje de brotes dañados
Octubre	64	80
Noviembre	54	67.5
Diciembre	29	36.25
Enero	0	0
Febrero	0	0
Marzo	0	0
Abril	36	45
Mayo	22	27.5



De acuerdo a Pérez (1980), la aparición del picudo verde azul de los cítricos (*Pachnaeus litus*), el cual se asocia en cuanto a hábitos con *N. cervinus*, se presenta de forma masiva en plantaciones de cítricos en Cuba poco después de la ocurrencia de las lluvias iniciales de primavera. En este caso, para este trabajo se observan fuertes infestaciones de adultos y en consecuencia de daños, en octubre y noviembre después de fuertes lluvias y posteriormente en lluvias ocasionales en abril y mayo. De la misma forma la plantación muestreada presenta un manejo deficiente, por lo que se deduce que las malezas actúan como hospederos alternativos para su reproducción y alimentación. Es importante hacer notar que existe poca información de este insecto en la zona, además de mencionar que recientemente se realizó su registro en el estado.

## CONCLUSION

*N. cervinus* realiza un fuerte daño sobre follaje de *C. latifolia*, específicamente después de lluvias esporádicas a inicios de primavera y alcanza su nivel máximo de daño durante la época de lluvias (octubre-noviembre), decreciendo su ataque para diciembre y enero. Es importante hacer mención sobre otros hospederos del picudo de los cítricos para poder hacer un control eficiente y reducir fuertes daños en las plantaciones cítricas de la zona.

## LITERATURA CITADA

- Champion, G. C.: "Biología Centrali-Americana." Insecta. Coleoptera. Rynchophora. Curculionidae. Otiorhynchinidae (Part "Alate" and supplement to the Tecasterninae and Otiorhynchinidae), vol.4. Part 3. pp 178-344. London 1911.
- Ascunse, S. M.; Nigg, H.H.; Clarck, A.: "Molecular identification of the economically import invasive citrus root weevil *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) ", Florida Entomologist 92(1). Pp.167-172. USA, Florida, 2009.
- Jones, W. R.; C. J. Luna: "Lista de las especies de Curculionoidea (Insecta: Coleoptera) del estado de Querétaro, México", Instituto de Ecología, A.C. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie), Vol. 23, núm. pp. 59-77. Mexico, 2007.
- Lanteri, A. A.; Del Rio, M.G: "Caracteres genitales de la hembra en la clasificación y filogenia de la tribu Naupacti (Coleoptera: Curculionidae)", pp. 159-176. Contribuciones taxonomicas en ordenes de insectos hiperdiversos. UNAM-RIBES-CYTED. 2008.
- Lanteri, A. A.; A. E. Marvaldi; S. M. Suárez: "Gorgojos de la Argentina y sus plantas huéspedes". Tomo I: Apionidae y Curculionidae. *Sociedad Entomológica Argentina* N° 1, 98 pp. Argentina, 2002.
- Lanteri, A. A.; V. Confalonieri; M. Rodriguero: Formas curiosas de reproducción animal. La partenogénesis. *Ciencia Hoy*. Volumen 20 número 119. Argentina, 2010.
- Pérez, E. Determinación del comportamiento del parasitismo en puestas del picudo (*Pachnaeus* spp. y *Lapnopus* sp. Fam. Curculionidae) en dos condiciones diferentes, *Ciencia y Técnica de la Agricultura*, suplemento, mayo, La Habana, pp.153-164.1980,
- Ripa, R.; P. Luppichini: Burritos y Capachitos. En: RIPA, R. & P. LARRAL (eds.), *Manejo de plagas en paltos y cítricos*, Colección de libros INIA No. 23, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. pp. 155-162. Chile, 2008.
- Romero-Napoles J.; R. S. Anaya; M. A. Equihua: *Catálogo de Insectos de la Colección del Instituto de Fitosanidad*. C. P. 786 p. México, 1996.
- Sharp, D.: "Biología Centrali-Americana." Insecta. Coleoptera. Rynchophora. Curculionidae. Attealbinae, Pterocolinae, Allocoryninae, Apininae, Thecesterninae, Otiorhynchinae" (part "Aptera"), Vol. 4. Part. 3. pp 81-168. London, 1891.
- Rosas, M.V; J. J. Morrone; M. G. Del Rio; A. A. Lanteri: Phylogenetic analysis of the Pantomorus-Naupactus complex (Coleoptera: Curculionidae: Entiminae) from North and Central América. *Zootaxa*, 2780:1-19. Mexico, 2011.



- Salas-Araiza, M. D.; C. W. O'brieny; J. Romero: "Curculionoidea (Insecta: Coleoptera) from the state of Guanajuato", *Insecta Mundi*. 15(1):44-57. Mexico, 2001.
- Sumano, L. D.; Arias, L V.H.; Capetillo, C. E.: Primer Registro de *Naupactus cervinus* Boheman (Coleptera: Curculionidae) asociado a follaje de *Citrus latifolia* Tanaka en el estado de Tabasco México". *Revista Fitosanidad*, Vol. 18 (1), Cuba 2014.



## COMPARACIÓN DEL HÍBRIDO DE PAPAYA “MSXJ” CULTIVADO EN DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Mirafuentes H. F.<sup>1\*</sup>; Santamaría B. F.<sup>2</sup>; Azpeitia M. A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INIFAP, C.E. Huimanguillo, <sup>2</sup>INIFAP C.E Mococho  
mirafuentes.felipe@inifap.gob.mx

T-90

### RESUMEN

La papaya es una especie que se adapta a diferentes climas tropicales y se cultiva en diferentes entidades del país. Sin embargo, el genotipo Maradol que se cultiva actualmente en mayor superficie es susceptible a plagas y enfermedades y además a carpeloidia y como consecuencia a disminución del número de frutos. Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo fue conocer el comportamiento del híbrido MSXJ en parcelas de diferentes productores con tecnologías aplicadas por ellos en diferentes sitios. El trabajo se estableció en dos sitios o parcelas de productores, una en Alfredo Bonfil Campeche y otra en Cunduacán, Tabasco. En el primer caso (alta tecnología) se usó riego por goteo, maquinaria para formar los bordos, aplicación de insecticidas, fungicidas y control de malezas con herbicidas. En el segundo sitio, el sistema de cultivo fue de temporal, en ambos sitios se estableció en el mes de septiembre de 2013. Al analizar la cantidad de frutos por planta se observa que en ambos sitios hubo poca cantidad de frutos deformes en ambos genotipos, pero también se nota que siempre fue mayor la cantidad de éstos en el híbrido MSXJ y esto se debe a que las flores que se formaron en la variedad testigo fueron carpeloides y no se fecundaron y por lo tanto no hubo frutos, al combinarse la cantidad de frutos con el peso de éstos dio como resultado el rendimiento en kilos por planta, lo cual al convertirlo a toneladas por hectárea se observa que el híbrido MSXJ fue mayor en ambos sitios, lo cual indica que éste híbrido responde a ambos sistemas de producción, siendo mejor que la variedad Maradol.

**Palabras clave:** Papaya, híbrido, MSXJ

### INTRODUCCIÓN

La papaya es una especie que se adapta a diferentes climas tropicales y se cultiva en distintas entidades del país, sin embargo, su producción depende básicamente de una sola variedad (Maradol), con la cual se siembra el 95% de la superficie en México. Éste genotipo es susceptible a enfermedades (virosis y fungosis) y plagas (ácaros) y el control de éstas es costoso e incrementa la contaminación ambiental con la aplicación de pesticidas, además, esta variedad es susceptible a altas temperaturas que causan la deformación de frutos (carpeloidia), cuando coincide la floración con altas temperaturas (30-40 °C) que se presentan cuando se establece la plantación en el ciclo otoño-invierno, lo cual disminuye los frutos comerciables y con ello la calidad y rendimiento. La falta de híbridos o variedades de papaya adaptadas a las diferentes condiciones ambientales del país ocasiona un incremento en el costo de producción y como consecuencia el incremento del precio del producto en el mercado.

La introducción, caracterización y mantenimiento de nuevos cultivares en los bancos de germoplasma de esta especie constituye un factor primordial con fines de identificación y obtención de nuevos genotipos, que muestren un comportamiento destacado frente a los factores bióticos y abióticos que afectan al cultivo, además de presentar aceptación en el mercado (Maruchi, *et al* 2008).

El CONAPROPA (2008) indica que en México el mejoramiento de la papaya incluye la búsqueda de factores para incrementar la calidad del fruto, alta productividad y tolerancia a plagas y enfermedades, presentar ausencia o baja ocurrencia de flores carpeloides y sin esterilidad femenina en verano.



En Costa Rica Mora y Bogantes (2004) al evaluar los híbridos POCOCI y MGXHC95-6 encontraron que éstos tienen un peso de 1.29 y 1.75 kilos respectivamente y reúnen el tamaño adecuado para su comercialización.

Mirafuentes, et al (2013) indican que en el país tradicionalmente se habían consumido las variedades criollas como CERA, AMAMELLADA Y ZAPOTE entre otras, sin embargo a partir de 1990 se introdujo la semilla de la variedad Maradol procedente de Cuba, la cual desplazó a las criollas y actualmente se cultiva en más del 90 % de la superficie sembrada. Sin embargo este genotipo presenta actualmente susceptibilidad a plagas y enfermedades y además cuando se siembra en el ciclo otoño-invierno su floración coincide con los meses de altas temperaturas las cuales ocasionan carpeloidia (deformación de frutos) y como consecuencia disminución del número de frutos elongatas que son los frutos alargados que prefiere el consumidor; los frutos carpeloides, pentandrias, intermedios y cornetilla que logran desarrollarse son rechazados en el mercado y causan pérdidas para el productor.

Por tal motivo el objetivo del presente trabajo es conocer el comportamiento del híbrido MSXJ en parcelas de diferentes productores con tecnologías aplicadas por ellos en diferentes sitios para que éstos conozcan el nuevo genotipo y lo cultiven usando las prácticas culturales que comúnmente utilizan y de esta manera se transfiera ésta nueva tecnología.

#### **METODOLOGIA**

El trabajo se estableció en dos sitio o parcelas de productores, una en Alfredo Bonfil Campeche con el C. Miguel Antonio Carabeo Burelo y otra en Cunduacán, Tabasco con el C. Nelson Rodríguez Peralta en el primer caso (alta tecnología) se usó riego por goteo, maquinaria para formar los bordos, aplicación de insecticidas y fungicidas con aspersores conectadas a un tractor y control de malezas con herbicidas. En el segundo sitio (tecnología tradicional) el sistema de cultivo fue de temporal, los bordos se construyeron con pala, la limpieza se hizo con machete y la aplicación de insecticidas y fungicidas se hizo con bomba manual. En ambos sitios se estableció en el mes de septiembre de 2013 y se inició la cosecha en mayo del 2014.

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El híbrido MSXJ proviene de la cruce entre las líneas puras “MS” y “J” genotipos obtenidos de la selección de Maradol en Tabasco y de colectas de papaya realizada en ésta entidad respectivamente.

El progenitor ”J” es una papaya criolla colectada en Nacajuca, Tabasco, es de porte vigoroso que no presenta producción de frutos carpeloides, con hojas de color verde oscuro con textura gruesa, frutos de 2 a 3 kg de peso con pulpa de color naranja. El progenitor “MS” es de porte intermedio, con frutos de 1.3 a 2 kg de pulpa y de color naranja. Estas dos líneas que sirvieron como progenitores fueron autofecundados durante cinco ciclos con el objeto de homogenizar sus caracteres “MS” se utilizó como progenitor masculino y “J” como progenitor femenino, la cruce simple de estos progenitores dio lugar al híbrido MSXJ. Éste híbrido resultante no presenta carpeloidía, tienen un tamaño intermedio, y las características de color, firmeza y contenido de sólidos solubles totales son similares a los frutos de la variedad Maradol.

Los resultados se pueden apreciar en el Cuadro 1 donde se observa que en las variables altura de planta y altura al primer fruto es mayor en el sitio donde se usó “alta tecnología”



Cuadro 1. Respuesta del híbrido MSXJ cultivado en dos sistemas de producción.

Variable	Localidad y Genotipo			
	Cunduacán, Tabasco		Alfredo Bonfil, Campeche	
	MSXJ	Maradol	MSXJ	Maradol
Altura de planta (m)	2.3	1.8	2.6	2.6
Altura primer fruto (cm)	34	30	81	70
Total de frutos	56	31	36	29
No. de frutos pentandria	1	1	1	1
No. de frutos intermedios	1	1	0	0
No. de frutos cornetillas	3	2	2	2
Peso de frutos (kg)	1.7	1.6	2.5	1.7
Longitud de frutos (cm)	25	24	26	24
Diámetro de frutos (cm)	12	12	13	12
Rendimiento (kg/planta)	95	50	91	49
Rendimiento (t/ha)	190	100	182	98

Lo cual se debe a que en este sistema la competencia entre plantas es mayor al sembrar mayor número de plantas por mata (surco) para que al realizar el sexado se seleccionen las plantas hermafroditas y estas aumenten al incrementarse la cantidad de plantas, es importante mencionar que cuando se usa una variedad la cantidad de hermafroditas es del 60-70% y cuando usamos un híbrido la relación entre hembras y hermafroditas es del 50%.

Al analizar la cantidad de frutos por planta se observa que en ambos sitios hubo poca cantidad de frutos deformes en ambos genotipos, pero también se nota que siempre fue mayor la cantidad de éstos en el híbrido MSXJ y esto se debe a que las flores que se formaron en la variedad testigo fueron carpeloides (pentandrias e intermedias) y no se fecundaron y por lo tanto no hubo frutos, característica que busca CONAPROPA(2008) en los nuevos genotipos para evitar bajos rendimientos en la siembra que se realiza en el ciclo otoño-invierno.

En el caso del peso de frutos éste fue variable, ya que cuando se usó alta tecnología los frutos de híbrido se desarrollaron más, respondiendo a la alta cantidad de fertilizantes y al control de malezas, en cambio cuando se usó la tecnología tradicional no hubo una diferencia significativa en el peso de frutos.

Al combinarse la cantidad de frutos con el peso de éstos dio como resultado el rendimiento 'o kilos por planta lo cual al convertirlo a toneladas por hectárea se observa que el híbrido MSXJ fue mayor en ambos sitios, lo cual indica que éste híbrido responde a ambos sistemas de producción siendo mejor que la variedad Maradol.

### CONCLUSIONES

- 1.-El híbrido MSXJ obtuvo el mayor rendimiento en ambos sitios de evaluación.
- 2.-El híbrido MSXJ superó ampliamente al testigo Maradol en número de frutos comerciables, peso de fruto y rendimiento
- 3.- El híbrido MSXJ se adapta a ambos sistemas de producción en diferentes condiciones ambientales.

### BIBLIOGRAFIA

CONAPROPA, (2008). Plan rector nacional sistema producto papaya. Documento validado por el comité nacional sistema producto papaya en sesión del 05 de diciembre del 2008. [http://www.propapaya.org/attachments/103\\_PLAN\\_RECTOR\\_NACIONAL.pdf](http://www.propapaya.org/attachments/103_PLAN_RECTOR_NACIONAL.pdf).



- Marín, S.L.D. 2011. Mejoramiento genético del papayo (*Carica papaya* L.) en Brazil. I. Jornada Internacional sobre el cultivo de la papaya. Disponible en línea. <http://www.Ocia.es/icia/download/noticias/Osvaldo.01.pdf>. (Consultado el 14 junio 2013).
- Maruchi, A.; Yoel, T.; Roberto, R.; Emilio, F.; Maikel, A.; y Duglas, R. 2008. Caracterización y evaluación de dos híbridos de papaya en Cuba. *Agricultura Técnica en México*. 34(3):333-339.
- Mirafuentes, H.F., Santamaría, B.F. y Azpeitia, M.A. 2013. Metodología para la obtención de un híbrido (MSXJ) de papaya y las características que hereda de sus progenitores. II Simposio Internacional en Producción Agroalimentaria Tropical y XXV Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Tabasco 2013, 5 y 6 de septiembre, Villahermosa, Tabasco, México.
- Mora, E; y Bogantes, A. 2004. Evaluación de híbridos de papaya (*Carica papaya* L.) en Pococi Limón Costa Rica *Agronomía Mesoamericana* 15(1) 39-44.





## VARIABILIDAD ESTACIONAL DE LA FRUTA DE LIMÓN PERSA INJERTADO EN PATRON VOLKAMERIANA TOLERANTES AL VTC CON MANEJO ORGÁNICO EN HUIMANGUILLO, TABASCO

Rodríguez C. M.<sup>1</sup>, García G.K. Ma.<sup>2</sup>., Sumano L. D.<sup>1</sup>., Gutiérrez B. R.<sup>3</sup> y Ruiz B.P.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Investigadores del INIFAP-Tabasco, <sup>2</sup>Tesista, Universidad Popular de la Chontalpa, <sup>3</sup>M.C. Profesor de la Universidad Popular de la Chontalpa.

T-117

### RESUMEN

El objetivo fue caracterizar la fruta de limón Persa injertado en limón Volkameriana en diferentes periodos del año, en condiciones de temporal y con manejo orgánico de la plantación. El cultivo se estableció en septiembre de 2009 en la Colonia Tierra Nueva 3ra. Sección del municipio de Huimanguillo, Tabasco. El terreno del productor cooperante, tiene una superficie cultivada de 60 hectáreas de limón Persa injertadas con patrón Volkameriano, (*Citrus volkameriana* Pasq.). El arreglo de la plantación es de 8 x 5 m entre plantas y fueron previamente inoculadas, sumergiendo las raíces en una solución con micorrizas en 200 L de agua. El control de maleza se realizó mediante el establecimiento de la leguminosa cobertera: cacahuatillo, (*Arachis pintoii*) y chapeo con maquinaria. El control de plagas se aplicó jabón de pasta 20 kg en 600 L de agua, caldos sulfocalsicos (40 L en 600 L de agua, y liberación de enemigos naturales (*Tamarixia radiata*). El control de enfermedades. Pasta bordelex, caldos sulfocalsicos (cal y azufre en relación 2:1). La fertilización se aplicó Biofertilizantes, con compostas al suelo 5 kg/planta cada cuatro meses, Bioles se aplicaron en forma foliar cada 30 días y en épocas de mayor demanda de floración cada 8 días. Se tomó un lote de 6 hectáreas para el análisis de un muestreo de 300 frutos, colectados en la parte media de la copa del árbol, con un muestreo sistemático de cada dos hileras y cada dos plantas, de esta forma, se colectaron ocho frutos hasta completar 300 frutos, se tomó mensualmente en forma aleatoria a la copa de los árboles. Se evaluaron las dimensiones de la fruta. Los resultados mostraron, que la mayor variabilidad estacional se obtuvo en el peso de fruto y los mayores promedios del peso de fruto de invierno, presentaron promedios muy similares, noviembre y diciembre con 98.0, 98.9 g respectivamente, incrementando el peso en enero y febrero resultaron similares 107.6 y 108.4 g, la cual indica mayor diversidad de tamaños, para el mercado. El periodo de marzo a mayo los promedios tendieron a bajar: 80.3, 85.3, 78.8 y 84.1 g para los meses de marzo, abril, mayo y junio, respectivamente. El mes de mayo tuvo el promedio más bajo, en este periodo. Los menores coeficientes de variación se obtuvieron en las dimensiones de diámetro ecuatorial y polar. La calidad externa del fruto, fue afectada por daños ocasionados por trips y presencia de hongos como la roña, en menos del 5 %.

**Palabras clave:** Calidad de fruto, Grados Brix, pH, porcentaje de jugo

### INTRODUCCIÓN

La llegada al sureste Mexicano en el año 2000 del vector (*Toxoptera citricida*), principal propagador de la enfermedad provocada por el Virus de la Tristeza de los Cítricos (VTC), pone en alerta la citricultura en México, por los daños devastadores que ha provocado esta enfermedad en el mundo. En 1999 se iniciaron los estudios de VTC con base en los proyectos financiados por el CONACYT, y la Fundación Produce Tabasco. Con el establecimiento de experimentos injertados con naranja Valencia Tardía (*Citrus sinencis* Osbeck), Naranja Temprana marrs y limón Persa en diferentes patrones tolerantes al VTC, en suelos ácidos de Huimanguillo Tab. de los cuales uno de los patrones que destacó fue el patrón limón Volkameriana, injertado con limón Persa, el cual fue adoptado por los productores. La



enfermedad provocada por el virus de la tristeza de los cítricos VTC, es una de las 10 más letales que han atacado a los cítricos injertados con naranjo Agrio estimándose la mortandad en más de 145 millones de plantas en el mundo (Rocha y Padrón, 1989). La Dirección General de Sanidad Vegetal para controlar el VTC desde 1997 al 2007 a través de la norma NOM-031-FITO-2000 consistente en monitoreo y muestreo de zonas citrícolas para la detección y erradicación de árboles positivos al CTV (Domínguez-Monge *et al.* 2012). En Yucatán lugar por donde entró el vector del VTC aunque tiene baja asociación con el vector todo indica que la enfermedad continúa dispersándose pero con tasas bajas (2.9 % anual). Actualmente se encuentra disperso en los 23 estados de la república que cultivan cítricos (SENASICA 2008). Estos problemas que se han venido presentando con mayor intensidad como el problema del VTC que desde 1999 inició la campaña de monitoreo a nivel nacional por parte de la Dirección de Sanidad Vegetal donde se detectaron 245 plantas positivas a la enfermedad; para 2008 se tenían 16,248 plantas detectadas, de las cuales en Tabasco se detectaron 252 plantas, reporta en el Edo. de Jalisco con más plantas positivas a VTC, 3400, en tanto en el sureste de México se ha encontrado en Tabasco, y Mérida. Por ello es importante continuar con esta línea de investigación, con la validación de los mejores patrones tolerantes al VTC, para injertar en las diferentes especies de cítricos. Padrón y Rocha (2008) señalan dentro de las estrategias para controlar el VTC, que la evaluación previa en cada región citrícola de la respuesta de los patrones diferentes al agrio, requieren por lo menos 10 años de duración debido a que cada patrón puede tener una respuesta específica en diferentes zonas ecológicas, las posibilidades de extrapolar los resultados obtenidos en un área es limitada. La selección del patrón a utilizar debe efectuarse con base en la especie a propagar (naranja, mandarina, toronja o limón), el tipo de suelo, contenido de calcio activo, la presencia de enfermedades radiculares, entre otras.

### Objetivo

Caracterizar la fruta de limón Persa injertado en limón Volkameriana en diferentes periodos del año, en condiciones de temporal y con manejo orgánico de la plantación.

### MATERIALES Y METODOS

**Localidad y Clima.** El cultivo se estableció en septiembre de 2009 en la Colonia Tierra Nueva 3ra. Sección del municipio de Huimanguillo, en el Km 14 de la Carretera Federal Huimanguillo-Villa Estación Chontalpa localizado en las coordenadas (-93.466941 Longitud y 17.783546 Latitud (UTM)), a una altitud de 31 m en el terreno del productor cooperante, C. Enrique José Roíz Pardo. La superficie cultivada es de 60 hectáreas de limón Persa injertadas con patrón Volkameriano (*Citrus volkameriana* Pasq.); tolerante al virus de la tristeza de los cítricos (VTC), en condiciones de temporal con manejo agronómico orgánico. Los suelos son de sabana representativo de la región, cuyas características son: pH ácido (4.5 a 5.5), pobre en contenido de materia orgánica y en bases intercambiables, con deficiencias de Fósforo, altos contenidos de Hierro y Aluminio intercambiable, estos suelos se consideran de baja fertilidad, se clasifican como Acrisoles, Cambisoles y Luvisoles. El clima es de tipo Cálido Húmedo (Am f), la precipitación media anual es de 2200 mm, el 78 % de la lluvia cae en el periodo de junio a diciembre. La temperatura media anual es de 25.8 °C, registrándose las temperaturas máximas extremas en mayo 42 °C. La evapotranspiración sólo es superior a la precipitación con 509 mm en los meses de febrero a marzo. La humedad relativa es mayor al 80 % durante la mayor parte del año, sólo en los meses de febrero, marzo, abril y mayo está por debajo de este valor (Rodríguez, 1992). El sistema de siembra es rectangular y la distancia fue de 8 x 5 m entre plantas y fueron previamente inoculadas, sumergiendo las raíces en una solución con micorrizas en 200 L de agua. El control de maleza se realizó con el establecimiento de la leguminosa como cobertera: Cacahuatillo, (*Arachis pintoi*) y chapeo con maquinaria. Para el control de plagas se aplicó jabón de pasta (20 kg en 600 L de agua), caldos sulfocalcicos (40 L en 600 L de agua, y

liberación de enemigos naturales (*Tamarixia radiata*). El control de enfermedades con pasta bordelex, caldos sulfocálcicos (cal y azufre en relación 2:1). Para la fertilización se aplicaron biofertilizantes, con compostas al suelo (5 kg/planta) cada cuatro meses, los fertilizantes foliares orgánicos (Bioles) se aplicaron cada 30 días y en épocas de mayor demanda de floración cada 8 días. Se realizó un muestreo de 300 frutos en un lote de 6 ha, colectados en la parte media de la copa del árbol en forma aleatoria cada mes, haciendo un muestreo sistemático tomando cada dos hileras y cada dos plantas, se colectaron ocho frutos hasta completar 300 frutos y se trasladaron al laboratorio del C.E. Huimanguillo del INIFAP para su análisis. Se evaluaron las dimensiones de la fruta: Peso del fruto: se pesó cada fruto (g), por separado en una balanza granataria. Los diámetros de fruto (cm), por medición de la fruta con un vernier digital obteniendo las dimensiones por el centro (diámetro ecuatorial) y por el lado del pedúnculo de la fruta (diámetro polar). Se calcularon el promedio, mediana y moda, así como el coeficiente de variación, de las variables de respuesta, también se realizó una correlación entre el peso y los diámetros polar y ecuatorial, cada mes. Se registró la precipitación de lluvia mensual de la estación meteorológica de INIFAP (Figura 1), para asociarla a las características de la fruta en las diferentes épocas del año. La información se capturó en hojas de Excel y los cálculos de las medidas de tendencia central y de dispersión se realizaron por medio del Sistema de Análisis Estadístico (SAS, 2009)

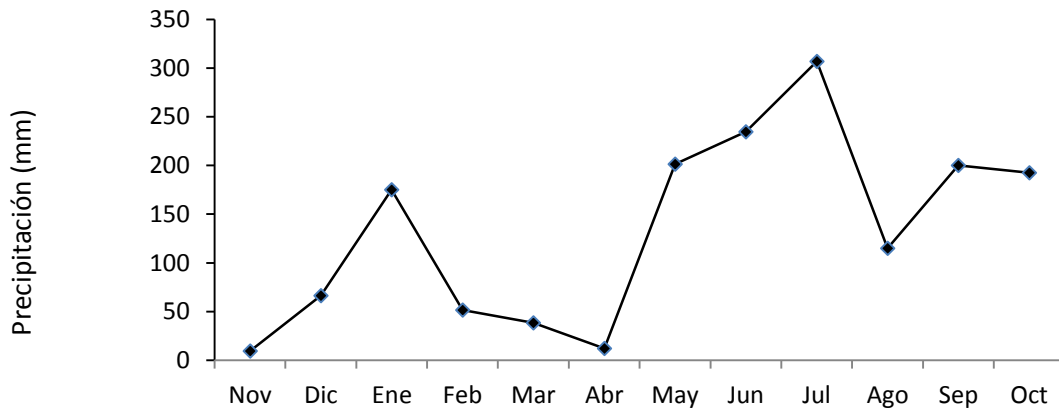


Figura 1. Precipitación mensual durante el periodo de evaluación (mm)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

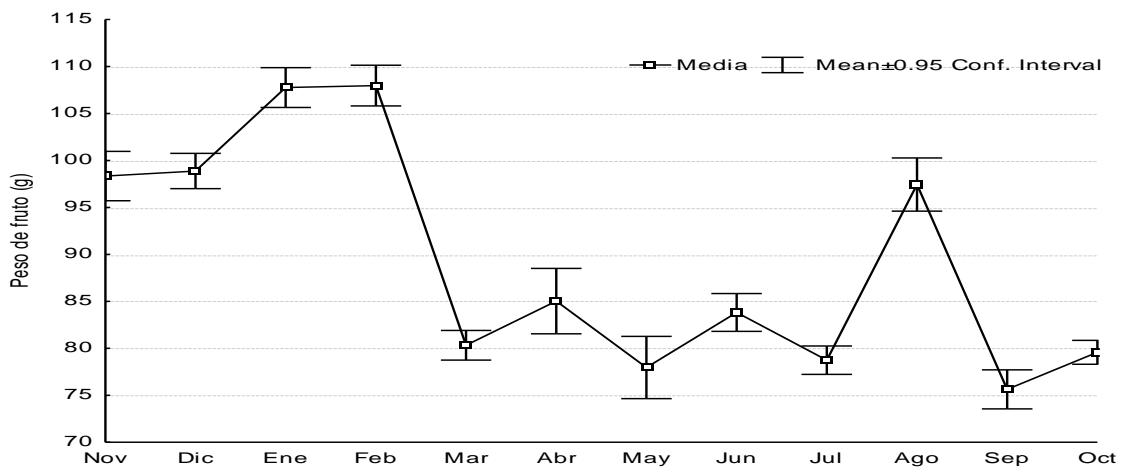
Peso de fruto. En el Cuadro 1 se presenta el promedio, mediana y moda del peso de la fruta a través del año y en la Figura 2 los intervalos de confianza de la misma variable.

Se puede observar la variación a través del año, de las medidas de tendencia central y coeficientes de variación, del limón de invierno noviembre a febrero, manifestaron promedios muy similares, noviembre y diciembre con 98.0, 98.9 g. respectivamente, incrementando el peso en enero y febrero resultaron similares 107.6 y 108.4 g, en la cual puede estar asociado al periodo de lluvia de invierno donde se desarrolla el fruto de acuerdo a los registros de lluvia (Figura 1). El periodo de primavera marzo-mayo los promedios tienden a bajar como se observa en Cuadro 1 y Figura 2. Observando promedios de 80.3, 85.3, 78.8 y 84.1 g para los meses de marzo, abril, mayo y junio, respectivamente, el mes de mayo tuvo el promedio más bajo, en este periodo. Lo anterior puede estar relacionado con la menor precipitación, y la disponibilidad de agua en el suelo. En el periodo de verano el comportamiento tuvo su menor variabilidad con promedios menores los meses de julio y septiembre con 79.0 y 75.6 g respectivamente. Los resultados tienen la misma tendencia a los obtenidos por (Alia *et al.*,

2009) cuyo peso promedio de limón fue entre 101.4 y 109.3 g durante los meses de octubre a febrero, el cual disminuyó posteriormente a valores entre 80.5 y 93.4 g en los meses de marzo a julio y ascendió finalmente a valores de 118.3 hacia final del año. A su vez (Ladaniya, 2008) menciona que el peso del fruto es un parámetro básico de calidad del fruto y es utilizado para evaluar la pérdida de peso durante el almacenamiento. A su vez en esta variable Curti *et al.* (2005) reporta limón Persa injertado Volkameriana en suelos de origen aluvial profundo de pH ligeramente ácido; un valor promedio 93.7 g por fruto, valor por debajo de algunos meses en esta evaluación superan en peso de fruto. Trabajo reportado por Quijada *et al.* (2002) encontró diferencias significativas en el `Volkameriano' 124.3 g mayor que otros patrones como Carrizo 109.9 indujeron frutos de mayor peso promedio, superiores en 87 % a los encontrados en este trabajo para el mes de febrero con mayor promedio (108.4 g).

Cuadro 1. Peso de fruto (g) promedio de limón Persa injertado en Limón Volkameriano

Fruto	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
1	81.70	134.01	124.20	106.60	88.50	89.50	77.90	66.99	103.60	129.65	130.99	73.87
2	88.20	112.65	94.60	98.40	96.30	103.26	122.80	114.34	87.14	122.43	65.31	86.22
3	83.10	89.16	117.70	101.20	88.30	61.44	81.80	66.55	106.09	141.55	73.33	76.7
4	97.20	91.45	115.60	112.60	80.70	69.04	60.90	112.45	79.58	113.28	116.84	71.06
5	73.70	79.93	105.60	102.70	108.70	99.67	61.90	121.09	75.88	129.02	66.73	77.16
6	93.20	124.08	95.70	104.70	92.10	192.10	72.80	86.63	74.57	119.62	67.95	71.14
7	93.70	109.74	105.10	98.40	70.50	81.79	63.80	84.23	105.60	99.07	65.84	73.45
8	63.80	119.72	137.10	93.10	71.40	111.07	73.20	72.28	95.40	129.00	54.35	72.02
9	68.60	92.52	86.70	106.50	66.90	102.52	80.40	84.66	71.91	151.63	81.19	79.34
10	81.90	113.82	113.40	115.00	62.20	114.88	61.30	84.18	74.49	166.08	125.69	95.96
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
300	88.2	100.79	93.5	96.4	56.3	68.49	68.9	76.02	68.2	136.09	69.49	73.17
Media	98.00	98.87	107.60	108.40	80.33	85.26	78.79	84.08	78.97	97.81	75.61	79.57
Mediana	94.06	59.35	104.43	106.00	78.55	76.38	73.30	82.56	75.32	97.43	71.42	78.11
Moda	88.20	55.26	123.40	102.70	71.50	73.00	60.80	79.25	68.30	64.02	24.18	70.00
C.V.	23.52	6.97	17.26	17.66	17.29	35.92	26.43	20.07	16.41	25.58	54.68	14.05



Gráfica 2. Peso promedio (gr) mensual de fruto de limón Persa injertado en patrón Volkameriana



Las condiciones de la precipitación durante el muestreo (Figura 1) se observa la tendencia típica que se presenta durante el año, el periodo de huracanes, invierno, época de secas este (marzo a mayo) en estos meses donde se presentó los menores promedios de pesos; en la época de lluvias (junio a agosto) este no se le atribuyo en los meses de julio con excepción de agosto.

**Diámetro polar.** El diámetro polar promedio del fruto de limón, se presenta en Cuadro 2. El cual mostró variaciones a través de las evaluaciones, se obtuvieron promedios de noviembre a enero por arriba de 6.00 con excepción del mes de diciembre 5.95 cm manteniendo una regularidad en los siguientes meses menor a medio centímetro (0.46 cm) entre el menor y mayor diámetro polar (5.49 a 5.95 cm), con excepción del mes de agosto que obtuvo 6.18 cm en promedio. Resultados similares en esta variable la encontró (Alía et al. (2009). En limón obtuvieron valores de 5.88 cm hasta 7.83 cm, en el resto del año solo en agosto con promedio de 6.18 cm, hasta 7.83 cm, se observa que durante los meses de octubre a diciembre el diámetro polar fue superior a los 70 mm, mismo que disminuyó a partir de enero y se mantuvo entre los valores de 5.80 y 6.70 cm hasta agosto aunque superiores a los obtenidos en esta evaluación. A su vez Quijada *et al.* (2002) encontraron diferencias significativas en condiciones de trópico muy seco (precipitación anual 500 a 600 mm) en el diámetro polar ( $P < 0,05$ ), el 'Volkameriano' dio un diámetro polar de 7.15 cm.

Cuadro 2. Promedio del diámetro polar de fruto (cm) de limón Persa injertado en patrón Volkameriano

Fruto	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
1	5.75	6.80	7.26	6.02	5.94	5.32	6.13	5.57	6.04	7.46	7.22	5.74
3	5.74	5.60	6.39	6.17	5.74	5.21	5.51	5.19	6.72	6.88	6.01	6.24
4	6.13	5.64	6.23	6.35	5.75	4.59	4.80	6.03	5.62	7.94	6.61	5.95
5	5.83	5.61	6.44	6.16	5.85	5.82	5.45	6.28	5.55	8.21	5.63	5.71
6	5.89	6.42	5.84	6.50	5.51	6.01	5.21	5.80	5.48	6.46	5.60	5.53
7	5.83	6.52	6.12	5.78	5.62	5.46	5.03	5.43	6.03	6.49	5.59	5.90
8	5.18	6.39	6.71	5.51	5.41	5.98	5.37	5.69	6.11	7.43	5.24	5.50
9	5.35	5.72	5.69	6.04	5.31	5.60	5.69	5.86	5.54	7.49	5.78	5.90
10	5.60	5.79	6.30	6.32	4.97	6.22	5.18	5.50	5.05	7.77	6.74	6.68
“	“	“	“	“	“	“	“	“	“	“	“	“
300												
Prom	6.07	5.95	6.28	6.29	5.56	5.52	5.49	5.64	5.45	6.18	5.95	5.90
Median												
a	6.00	5.90	6.20	6.20	5.56	5.50	5.40	5.70	5.40	6.10	5.90	5.90
Moda	5.80	5.90	5.90	6.20	5.50	5.20	5.10	5.70	5.40	5.90	5.60	5.70
C.V.	9.27	7.00	8.48	6.94	8.26	12.93	9.30	5.87	7.53	13.6	4	9.60
											7.80	

Las medidas de tendencia central, se presentan en el Cuadro 2. Fueron muy similares al promedio en la mayoría de los meses, como se observas en la mediana y moda el valor entre 5.40 y 6.20, en tanto que la moda, el valor estuvo entre los valores de 5.10 a 5.90, con excepción del mes de febrero con 6.20, estos valores permite observar que el fruto del limón persa aproximadamente sus dimensiones a través del año tiene diferentes calibres.

Cabe destacar que la variabilidad dentro de cada mes medida por su coeficiente de variación (C.V.), se consideran aceptables menores a 10 % en esta variable, las cuales en 10 meses fue



menor y solo en los meses de abril y agosto se presentó con 12.93 y 13.64 % respectivamente fue por arriba del 10 %.

**Diámetro ecuatorial.** Las medidas de tendencia central, se presentan en el Cuadro 3. En la cual se puede observar la variación a través del año, el diámetro ecuatorial promedio del fruto, el diámetro ecuatorial fue la variable que resulto más homogénea en sus dimensiones, la cual se observó en las tres medidas de tendencia central la cual indica que esta variable muestra estabilidad en relación número de muestras analizadas, mostrando los menores coeficientes de variación menores al 10 %, solo mayores a este (C.V.) en los meses de abril y agosto. El promedio se observó entre 5.01 y 5.78 en el 75 % del muestreo (nueve meses) y solo un 25 % se encontró entre 4.82 y 4.99 cm correspondiendo a los meses de verano otoño como en los meses de septiembre y octubre con 4.82 y 4.97 cm respectivamente (Figura 3). Resultados similares en esta variable la encontró Alía *et al.* (2009) en el mismo fruto de limón el diámetro ecuatorial tuvo un comportamiento similar, ya que mostró valores de 5.8 cm en los meses de octubre a febrero y mantuvo el resto de los meses entre los valores de 4.97 y 5.67 cm. En general se observa un tamaño menor a partir de los meses de enero y febrero. Trabajo de Quijada *et al.* (2002) en esta variable no encontró diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), el 'Volkameriano' 5,66 cm, Troyer 5.75 cm y Swingle 5.56 cm. Albrigo y Carter (1977) mencionan que las medidas de los limones comúnmente en su diámetro ecuatorial 4.4 a 6.4 cm. En cuanto a los resultados obtenidos las dimensiones del fruto, superan los 4.5 cm de diámetro ecuatorial necesarios para enviar el fruto a empaque (SAGARPA, 2004).

Cuadro 3. Promedio del diámetro ecuatorial de fruto (cm) de limón Persa injertado en patrón Volkameriano

Fruto	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
1	5.12	5.85	6.04	5.84	5.45	5.39	4.83	4.94	5.57	6.97	5.92	4.87
3	5.11	5.75	5.50	5.61	5.51	5.66	5.59	5.65	3.35	5.78	4.82	4.97
4	5.20	5.31	5.97	5.62	5.38	4.59	5.09	4.63	5.59	6.07	4.93	4.80
5	5.47	5.25	5.96	5.83	5.29	4.91	4.60	5.43	5.15	6.46	5.45	4.83
6	4.92	5.09	5.56	5.57	5.76	5.54	4.68	6.03	5.00	6.76	4.76	5.01
7	5.41	5.72	5.44	5.70	5.39	6.20	4.91	5.45	5.03	5.43	4.77	4.84
8	5.30	5.59	5.63	5.62	4.97	5.20	4.66	5.00	5.71	6.41	4.69	4.85
9	4.72	5.84	6.25	5.51	5.04	5.62	4.97	4.81	5.25	6.83	4.51	4.86
10	4.73	5.31	5.44	5.94	4.78	5.50	5.13	5.22	5.07	7.27	5.17	5.05
“	“	“	“	“	“	“	“	“	“	“	“	“
300												
Prom	5.42	5.45	5.72	5.78	5.17	5.14	5.01	5.13	4.99	5.57	4.82	4.97
Mediana	5.40	5.40	5.70	5.80	5.20	5.00	4.90	5.10	5.00	5.50	4.80	4.90
Moda	5.40	5.40	5.60	5.50	5.10	4.80	4.60	5.20	5.00	5.60	4.80	4.90
C.V.	7.51	6.15	6.15	5.71	5.90	11.93	8.52	7.30	7.55	11.65	8.04	4.88

Se observó una tendencia a tener mayor correlación ( $r^2$ ) del peso de fruto con su diámetro ecuatorial en todos los meses del año, como ejemplo se observa de los diagramas de dispersión de las Figuras 3 y 4 la cual mostró la mayor correlación en el mes de mayo con el diámetro ecuatorial con una  $r^2$  de 0.91 por 0.73 del diámetro polar. Se obtuvo los siguientes estadísticos ajustado a un modelo lineal. Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Alía *et al.*



(2009). El peso del fruto se correlacionó altamente con las dimensiones del fruto ( $r=0.90^{**}$ ), por lo tanto son variables asociadas y se comportan de forma similar.

**Correlación.** Se hizo una correlación de las variables del peso de fruto vs diámetro polar y diámetro ecuatorial para caracterizar la fruta; los resultados se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Correlación del peso de fruto vs diámetro polar (Dp) y diámetro ecuatorial (De)

MES	DIAMETRO	
	Polar	Ecuatorial
Noviembre	PESO= - 113.4 + 34.88*Dp, $r^2=0.75$	PESO= -171.4 + 49.71*De, $r^2=0.79$
Diciembre	PESO= -93.86 + 23.35*Dp, $r^2=0.65$	PESO= -131.92 + 42.32*De, $r^2=0.74$
Enero	PESO= -79.65 + 29.80*Dp, $r^2=0.72$	PESO= -169.31 + 48.39*De, $r^2=0.74$
Febrero	PESO= -106.67 + 34.18*Dp, $r^2=0.68$	PESO= -191.64 + 51.93*De, $r^2=0.90$
Marzo	PESO= -45.98 + 22.68*Dp, $r^2=0.56$	PESO= -132.55 + 41.15*De, $r^2=0.80$
Abril	PESO= -126.95 + 38.46*Dp, $r^2=0.70$	PESO= -160.88 + 47.92*De, $r^2=0.90$
Mayo	PESO= -110.03 + 34.40*Dp, $r^2=0.73$	PESO= -155.63 + 46.80*De, $r^2=0.91$
Junio	PESO= -71.44 + 27.56*Dp, $r^2=0.56$	PESO= -114.75 + 38.73*De, $r^2=0.79$
Julio	PESO= -8.067 + 16.01*Dp, $r^2=0.29$	PESO= - 4.85 + 16.78*De, $r^2=0.23$
Agosto	PESO= -45.86 + 23.30*Dp, $r^2=0.59$	PESO= - 52.50 + 26.94*De, $r^2=0.51$
Septiembre	PESO= -82.47 + 26.53*Dp, $r^2=0.68$	PESO= -139.95 + 44.62*De, $r^2=0.86$
Octubre	PESO= -39.65 + 20.16*Dp, $r^2=0.58$	PESO= - 98.16 + 35.76*De, $r^2=0.59$

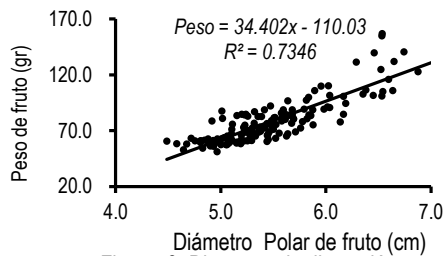


Figura 3. Diagrama de dispersión

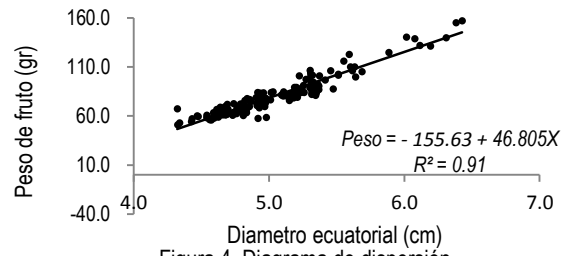


Figura 4. Diagrama de dispersión

**Presencia de plagas y enfermedades.** Las plagas más frecuentes que inciden y demeritan en la calidad externa del fruto que se observaron durante la evaluación: así como minador de la hoja, trips, hongo fieltro escama de nieve. Además de la diaphorina en los rebrotes tiernos, pulgones: estos transmisores de enfermedades, de huanglongbing y virus de la tristeza de los cítricos (VTC), respectivamente. En la calidad externa del fruto la presencia de daños por plagas como ataque de trips, y la presencia de hongos como la roña, afectaron a la calidad del fruto en un bajo en menos del 5%.

## CONCLUSIONES

La mayor variabilidad estacional se obtuvo en el peso de fruto, y los mayores promedios del peso de fruto de invierno la cual indica mayor diversidad de tamaños, para el mercado.

Las medidas de tendencia central, del limón de invierno noviembre a febrero, manifestaron los mayores promedios, noviembre, diciembre, enero y febrero con 98.00, 98.87, 107.60 y 108.40 g respectivamente. El periodo de primavera marzo a mayo los promedios tienden a bajar por debajo de 84.08 g. El peso de fruto se obtuvo la mayor tendencia de una mejor correlación



hasta de 0.91 con el diámetro ecuatorial que con el diámetro polar, por lo que se obtuvo los menores coeficientes de variación se obtuvieron en las dimensiones de diámetro ecuatorial. En cuanto a la calidad externa del fruto la presencia de daños por plagas como ataque de trips, y hongos como la roña, que le afectaron a la calidad del fruto.

#### LITERATURA CITADA

- Alía T. I., Nicolás B.M., Lugo A. A. y Ariza F. R. (2009). Calidad del limón Persa y naranja Valencia en el estado de Morelos. SAGARPA, INIFAP, CIRPAS, C.E. "Zacatepec". Zacatepec, Morelos. Folleto Técnico No. 41.
- Albrigo L.G. y Carter R.D. (1977). Structure of Citrus Fruits in Relation to Processing. In: Nagy S., Shaw P.E., Veldhuis M.K. Edts. Citrus Science and Technology Vol 1. The AVI Publishing Company, Inc. Westport Connecticut. Pág. 33-73
- Curti, D. S. A., Loredó, S. X., Hernández G. C., y Sánchez G. A. (2005). Comportamiento preliminar del limón Persa con 19 patrones en suelos franco arenoso de Veracruz. INIFAP, Campo Experimental Ixtacuaco.
- Ladaniya M.S. (2008). Citrus fruits, Biology, Technology and Evaluation. Elsevier-Academic Press. USA. p. 558
- Padrón-Chávez, J.E. y M.A. Rocha-Peña. 2008. Patrones cítricos para Nuevo León. INIFAP. CIRNE. Campo Experimental General Terán. General Terán, N. L., México. Folleto Técnico No. 9. p. 29.
- Quijada O., Jimenez O., Matheus M., y Monteverde E. (2002). Evaluación del limero Tahití sobre 10 portainjertos en la planicie de Maracaibo. Rev. de la Facultad de Agronomía. V.19. N.3
- Rocha-Peña. M.A. y Padrón-Chávez J. E. (1989). Precauciones y usos de portainjertos de cítricos tolerantes al Virus de la tristeza. INIFAP, SARH Publicación Estatal No.2, 48 p. para productores de Tab. SAGARPA, INIFAP, CIRGOC, C. E. Huimanguillo. Pág. 59-69.
- Rodríguez, C.M., Ruiz B., P, Rocha-Peña M. y Curti D.S. (2002). Informe Final del Proyecto: Evaluación de portainjertos tolerantes al Virus de la Tristeza de los Cítricos (VTC) en Veracruz y Tabasco. Financiado por CONACYT, SIGOLFO y Fundación Produce Tabasco. (Impreso).
- Rodríguez C. M. y Ortiz G. C.F. (2008). Informe Final Proyecto: Evaluación de patrones tolerantes al virus de la tristeza injertados con diferentes especies de cítricos en Tabasco. Financiado por el CCYTET. (Impreso).
- Rodríguez C. M. 1992. Los cambios antropogénicos de los acrisoles de la sabana de Huimanguillo, Tabasco. Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados, Centro de Edafología, Montecillos. Edo. Mex. p. 192
- Statistical Analysis System (SAS), (2009). The SAS system for window. SAS Institute Inc. Cary, NC27513, USA.
- SAGARPA, (2012). Información técnica complementaria para exportar limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) de México a China.
- SENASICA (2008). Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Informe Nacional-Diciembre (En línea).





XXVI REUNIÓN CIENTÍFICA-TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2014 Y III SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA TROPICAL, 6 Y 7 DE NOVIEMBRE, VILLAHERMOSA, TABASCO, MÉXICO

---

# SOCIOECONOMÍA Y DESARROLLO RURAL





## EVALUACIÓN PRODUCTIVO- ECONÓMICO DE VAQUILLAS EN PRADERAS DE TANZANIA EN MONOCULTIVO Y ASOCIADO CON FRANJAS DE LEUCAENA

Castillo H. J.<sup>1\*</sup>, Góngora, G. S<sup>1</sup>., Rivas, P. F<sup>2</sup>.y Segura, C. V<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Centro de Investigación Regional del Sureste, C. E. Mocochoá.

<sup>2</sup>Consultor y ex investigador del INIFAP-CIR-SURESTE.

T-87

### RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar el crecimiento productivo- económico de vaquillas doble propósito apacentando praderas en monocultivo de pasto Tanzania y asociadas con franjas de Leucaena. El estudio se desarrolló en el Sitio Experimental Tizimín del INIFAP, en Tizimín, Yuc. El área de pastoreo fue de pasto Tanzania en monocultivo y asociadas con franjas de Leucaena con 9 ha por tipo de pradera con pastoreo de 13 vaquillas (repeticiones) por 3 días de utilización y 42 de descanso. Las variables evaluadas en los animales fueron, ganancia de peso (GP), ganancia diaria de peso (GDP), peso final (kg/animal) y cambio de peso (%). Se realizó un análisis financiero capturando la información relacionada con la inversión en el establecimiento de praderas, rehabilitación de corrales y adquisición de animales. Las vaquillas apacentando en praderas de guinea intercaladas con Leucaena mejoraron significativamente las tasas de crecimiento. Con respecto a los indicadores financieros de los dos sistemas de producción, la ganancia neta de la pradera de monocultivo fue de \$1,414.00/ha siendo mayor en la pradera asociada que ascendió a \$ 2,151.00. La rentabilidad sobre los costos totales fue del 12.76% en el monocultivo y del 19% en las praderas asociadas. Los dos sistemas resultan con ganancias netas positivas. Esta fue mayor en \$737.00/ha de ganancia neta de la pradera asociada en comparación con la de monocultivo. De igual forma, la rentabilidad sobre los costos totales es mayor en 6.24% a favor de las praderas asociadas. Se concluye que el uso de praderas asociadas mejoró las tasas de crecimiento de vaquillas, mayor ganancia neta y rentabilidad sobre los costos totales en la pradera asociada de Leucaena-Tanzania respecto al monocultivo.

**Palabras clave:** Leucaena, asociación, costos, vaquillas y rentabilidad.

### INTRODUCCIÓN

En el trópico mexicano, casi la totalidad de la superficie en pastoreo está dominada por gramíneas en monocultivo. La ganadería en el Estado de Yucatán, presenta una diversidad de sistemas de producción con sistemas variados de alimentación, desde los que tienen vegetación nativa como única fuente alimenticia, hasta los sistemas empresariales que incluyen en su integración y operación componentes tecnológicos que pasaron a formar parte del manejo como son; nutricional, genético, reproductivo y utilización de pastos mejorados para la mejora de los hatos (Gamboa *et al.*, 2005; Segura *et al.*, 2006). Entre los pastos mejorados, se encuentran principalmente como monocultivos de zacate Guinea (*Panicum maximum*), Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) Brizantha (*Brachiaria brizantha*) con carga animal promedio de una vaca por ha por año (Mejía *et al.*, 2010). La mayoría de la superficie cubierta por las gramíneas tropicales no cubre los requerimientos nutricionales de los rumiantes para que estos expresen su máxima producción. Las principales limitaciones son la poca disponibilidad durante al menos seis meses del año y el bajo valor nutritivo durante la mayor parte del crecimiento activo de la pastura. Estos déficits, pueden ser cubiertos mediante el uso de especies arbóreas en asociación a los pastos ('t Mannelje, 1984). Mientras que los pastos en etapa de madurez presentan entre 3 y 10% de proteína, las leguminosas arbustivas tienen un contenido entre 12 y 30% de proteína cruda. Debido a que las leguminosas forrajeras representan un considerable potencial proteico para dietas de relativa baja calidad como las apacentadas en praderas, sistemas silvopastoriles



que incluyan franjas de *Leucaena* que destaca por su valor nutricional, adaptación al pastoreo, al corte, palatabilidad, buena asociación con la mayoría de los pastos, tolerancia a los periodos de sequía, al fuego y por ende constituir un recurso forrajero de gran importancia para la ganadería tropical (Dalzell *et al.*, 2006), además podrían mejorar el rendimiento de forraje (Castillo *et al.*, 2013; Wencomo, 2005), su valor nutritivo (Wencomo, 2005; Alonso *et al.*, 2008) e influir sobre la eficiencia productiva y reproductiva del ganado doble propósito en crecimiento (Ramírez *et al.*, 2007). Por lo anterior, ofrece mejores perspectivas para mejorar la producción de ganado de doble propósito; sin embargo existe un rechazo al uso de la tecnología que implique mayores gastos. Además toda inversión tecnológica que se aplique en el sistema de bovinos doble propósito, se debe implementar con un enfoque de negocios, para que genere el beneficio esperado y se recupere la inversión en un plazo razonable (Suárez *et al.*, 2012; Espinosa *et al.*, 2010). Existen pocos estudios de tipo económico-productivo que permitan tener una visión clara sobre la situación de este sistema de producción y que permita verificar los factores de la producción que afectan su rentabilidad.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el crecimiento productivo y económico de vaquillas doble propósito apacentando praderas de pasto Tanzania (*Panicum maximum* Jacq.) var. Tanzania asociada con franjas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Witt) en el oriente de Yucatán.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El estudio se condujo de septiembre de 2012 a junio de 2013 (271 días) en terrenos del Sitio Experimental Tizimín del INIFAP, en Tizimín, Yuc. en condiciones de temporal. El área de pastoreo se conformó de 9 hectáreas (ha) de pasto Tanzania intercaladas con franjas de *Leucaena* en densidades de 10,200 plantas/ha y de 9 ha de praderas de Tanzania en monocultivo (testigo).

### Tratamientos

Los tratamientos fueron 9 ha de pasto Tanzania (*Panicum maximum* Jacq.) asociadas con franjas de 3 hileras de *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Witt) con 50 cm de separación entre ellas, apartadas cada 5 m con golpes de siembra (espeque) cada 50 cm con densidad de 10, 200 plantas/ha y 9 ha de praderas de Tanzania en monocultivo (testigo).

### Desarrollo experimental

Cada tipo de pradera se subdividió en 15 potreros de 0.6 ha. La rotación de los bovinos en las praderas permitió 3 días de utilización y 42 de descanso. Se evaluó el crecimiento de 13 hembras cruzas de Cebú x Suizo Americano apacentando cada tipo de pradera; el peso promedio inicial de las vaquillas en las praderas asociadas y en monocultivo de Guinea fue de  $250.9 \pm 5.6$  y  $248.5 \pm 6.1$  kg, respectivamente. Los bovinos contaron con acceso a la pradera de 3 de la tarde a 8 de la mañana (horario de pastoreo de la región). Las vaquillas se vacunaron contra derriengue y desparasitaron internamente previo inicio del experimento, únicamente se repitió la desparasitación a los 6 meses después. Las vaquillas contaron con agua y sales minerales a voluntad. Para realizar el análisis financiero, se aplicaron conceptos teóricos para la captura de información y seguimiento económico, basados en el registro de información de costos e ingresos, (inversión inicial, compra y venta de activos, costo de mano de obra, costo de alimentación, costo de salud animal, otros costos, ingresos por venta de productos y subproductos generados (Góngora *et al.*, 2009; Espinosa *et al.*, 2010).

### Variables cuantificadas



Las variables evaluadas fueron ganancia de peso (GP), ganancia diaria de peso (GDP), peso final (kg/animal) y cambio de peso (%); la respuesta de crecimiento de los bovinos se registró con pesajes en base mensual. Para el análisis económico, se consideraron todas las variables económicas que están involucradas en el manejo del ganado para determinar la rentabilidad de la explotación (Espinosa *et al.*, 2010). A los resultados obtenidos se le realizó un análisis financiero capturando la información relacionada con la inversión en el establecimiento de praderas, rehabilitación de corrales y adquisición de animales; a estos conceptos se les calculó su costo por depreciación considerando la vida útil de la pradera, mismos que se cargan como costos de producción en un año (Espinosa *et al.*, 2010, Veiga 2005). Así mismo se capturaron las erogaciones realizadas por el mantenimiento de las praderas y demás costos de operación que se realizaron durante el crecimiento de vaquillas. Los costos se obtuvieron utilizando la carga animal en una superficie de 1 hectárea para cada tipo de pradera. Para el caso de los ingresos, se obtuvo la diferencia en cuanto a ganancia de peso de los animales durante los 271 días ya mencionados. La inversión se realizó en dos etapas, en la primera (2012) se consideró la preparación del terreno y establecimiento de la pradera y en la segunda (2013) la inversión en establecimiento de cercos, ampliación de red hidráulica y el costo de los animales.

### Análisis estadístico

Los resultados de las variables para el crecimiento de las vaquillas se evaluaron comparando los dos grupos independientes en cada tipo de pradera, con el procedimiento PROC TTEST del SAS (2009), con 13 animales por grupo como repeticiones. Para el análisis económico se utilizó la herramienta de cálculo y análisis con Microsoft Excel. Professional Tools (Veiga, 2005).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se observan los costos de la preparación del terreno a precios corrientes del año 2012.

Preparación del terreno	Unidad	Costo
Desmonte	Servicio	\$4,000.00
Apilado	Servicio	\$1,000.00
Rastreo	Servicio	\$2,500.00
Quema	Jornal	\$ 100.00
Costo total		\$7,600.00

El costo de preparación de una ha de terreno, asciende a \$7,600, éste costo es similar tanto para el monocultivo como para el establecimiento de la pradera con *Leucaena*.

El establecimiento de praderas inicia después de la preparación del terreno y comprende la compra de herbicidas, semillas, jornales para siembra y aplicación de herbicidas y chapeos de mantenimiento de las praderas, hasta antes de su utilización para el pastoreo (Cuadro 2).

La inversión necesaria para el pastoreo de las vaquillas se realizó en la etapa 2 y requirió la instalación del cerco eléctrico con una inversión de \$5,186.58; de igual manera se invierte en la ampliación de la red hidráulica y reconstrucción del corral (Cuadro 3).

Los costos de producción se conforman por los costos fijos (CF) y costos variables (CV). Los primeros se obtienen mediante el cálculo de la depreciación de la inversión estimada en los cuadros 1, 2 y 3. Para el caso de los CV, se incluyen los gastos de adquisición de animales, pago de mano de obra, control de enfermedades y otros gastos menores.



**Cuadro 2. Costos de establecimiento de una hectárea de praderas asociadas y monocultivo.**

Establecimiento del cultivo	Unidad	Cantidad		Costo unitario		Total	
		Tanzania	asocio	Tanzania	Asocio	Tanzania	Asocio
Semilla Tanzania	kg/ha	4	4	\$230.00	\$230.00	\$920.00	\$920.00
Semilla Leucaena	Kg/ha		1.44	\$0.00	\$150.00	\$0.00	\$216.00
Tanzania s. mecanizada	Servicio	1	1	\$500.00	\$500.00	\$500.00	\$500.00
Siembra Leucaena	Jornal		10		\$100.00	\$0.00	\$1,000.00
Inex	lt		0.833		\$58.00	\$0.00	\$48.31
Diabloquat	lt		3.33		\$55.00	\$0.00	\$183.15
Darplus	lt	0.50	0.50	\$86.00	\$86.00	\$43.00	\$43.00
Inex-A	lt	0.833	0.833	\$58.00	\$58.00	\$48.31	\$48.31
Glifosato	lt	3.33	3.33	\$60.00	\$60.00	\$199.80	\$199.80
Dragón	lt	4.16		160		\$665.60	
Chapeo de calles							
Leucaena	Jornal		8	\$0.00	\$100.00	\$0.00	\$800.00
Aplicación de herbicida	Jornal	4	4	\$100.00	\$100.00	\$400.00	\$400.00
Cerco periférico	Servicio	1	1	\$1,457.55	\$1,457.55	\$1,457.55	\$1,457.55
<b>Total de inversión</b>						<b>\$4,234.26</b>	<b>\$5,816.12</b>

**Cuadro 3. Inversión requerida en infraestructura previa a la introducción de animales en praderas asociadas y en monocultivo de Tanzania.**

Inversión del año 2	Unidad		Cantidad		Unitario		Total	
	Tanzania	Asocio	Tanzania	Asocio	Tanzania	Asocio	Tanzania	Asocio
Cerco eléctrico	Ha	ha	1	1	\$5,186.58	\$5,186.58	\$5,186.58	\$5,186.58
Ampliación de red hidráulica	Servicio	Servicio	1	1	\$250.00	\$250.00	\$250.00	\$250.00
Reconstrucción de corral	Servicio	Servicio	1	1	\$178.57	\$178.57	\$178.57	\$178.57
<b>Total de inversión</b>							<b>\$5,615.15</b>	<b>\$5,615.15</b>

La depreciación en las praderas de Tanzania en monocultivo (Cuadro 4) fue de \$1,362.00 y en las praderas asociadas, el costo de establecimiento se incrementa por la inclusión de la Leucaena, por lo tanto la depreciación aumenta en ese rubro y asciende a \$449.00 y la depreciación anual de la inversión total se incrementa a \$1,472.00.

Entre los costos variables se encuentra la adquisición de animales y el costo promedio por vaquilla en praderas de monocultivo fue de \$ 6,213 y para las praderas asociadas de \$ 6,273. Con una carga de 1.4 animales por ha, se tiene un costo por este concepto de \$8,697 y \$8,781 para la pradera en monocultivo y asociada respectivamente.

**Cuadro 4. Calculo de la depreciación anual de la inversión en sistemas de praderas en monocultivo.**

Concepto	Costo inicial	Vida útil (años)	Valor de rescate	Depreciación anual
Preparación del terreno	\$7,600.00	10	\$1520.00	\$608.00
Establecimiento de pradera	\$4,234.00	10	\$847.00	\$339.00
Adecuación de infraestructura	\$5,187.00	10	\$1,037.00	\$415.00
<b>Depreciación anual</b>				<b>\$1,362.00</b>

Otro de los costos variables fueron los relacionados a control de enfermedades, que fue similar en ambos grupos de estudio ya que se le aplicó la misma dosis de medicamentos (Cuadro 5).



Cuadro 5. Costos de control de enfermedades por unidad animal anual

Control	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
Alurabiffa	Frascos	0.21	\$ 66.00	\$ 13.86
Ultrabac 7	Frascos	0.21	\$ 90.00	\$ 18.90
Virbamec LA	Frascos	0.13	\$ 800.00	\$ 104.00
Ectoline Pour -on	Botes	0.10	\$ 380.00	\$ 38.00
Total				\$174.76

Solo se contrató mano de obra para actividades puntuales tales como la desparasitación al inicio del trabajo y el chapeo una vez durante el tiempo que duró el ensayo. En jornales se requirieron 2 jornales/ha. El costo de este concepto fue de \$200/ha (Cuadro 6).

Entre los gastos varios, se estimo el gasto ponderado de energía eléctrica, combustible y reparaciones menores que ascendieron a \$647.00 para ambos sistemas de producción. El total de costos de producción para ambos sistemas se presenta en el Cuadro 6.

Los valores de costo variable (Cuadro 6) en que se obtuvo la mayor erogación 89.5 y 89.6 % por concepto de gastos por adquisición de animales en el sistema de pradera de Tanzania y asociado a *Leucaena*, difieren a lo reportado por Magaña *et al.* (2006) para erogaciones de los costos variables del ciclo completo en la zona oriente del Estado de Yucatán, mayoritariamente correspondieron a los gastos realizados para la compra de insumos alimenticios (10 %) y pago de mano de obra (12 %) en un ciclo completo de producción.

Se evaluó la ganancia de peso en las vaquillas a los 271 días del año 2; el peso inicial de las novillonas fue de 250.9 kilogramos y finalizaron con un peso de 383.6 kilogramos, lo que representó 132.7 kilogramos de ganancia por vaca en pradera asociada y de 185.8 kg /ha con la carga animal utilizada (1.4); por su parte, en pradera de monocultivo el peso inicial de las novillonas fue de 248.5 kilogramos y finalizaron con un peso de 357 kilogramos, por lo que la ganancia por vaca fue de 108.5 kilogramos y por ha de 151.9 kg. Lo anterior implica ganancias diarias de peso de 400 gr para el monocultivo y 490 gr para la pradera asociada (Cuadro 7).

Cuadro 6. Costos de producción del crecimiento de vaquillas en dos sistemas de producción (\$/ha).

Concepto	Praderas	
	Tanzania	Asocio
Costo fijo (A)	1,362.00	1,472.00
Depreciación anual	1,362.00	1,472.00
Costo variable (B)	9,719.00	9,803.00
Adquisición de animales	8,697.00	8,781.00
Control de enfermedades	175.00	175.00
Costo de mano de obra	200.00	200.00
Gastos varios	647.00	647.00
Costo Total (A+B)	11,081.00	11,275.00



Cuadro 7. Ganancia de peso, ganancia diaria de peso, producción de carne por hectárea y porcentaje de cambio de peso de vaquillas apacentando en praderas asociadas y en monocultivo en un periodo de 271 días de evaluación.

Variable	Tanzania	Asociado	Probabilidad
Peso inicial, kg	248.5a	250.9a	0.7770
Peso final, kg	357.0b	383.6a	0.0194
Ganancia de peso, kg	108.5b	132.7a	0.0030
GDP, kg	0.400b	0.490a	0.0030
Cambio de peso, %	44.0b	53.3a	0.0158

+ Promedios dentro de columnas con literales semejantes, no difieren ( $P \geq 0.05$ ).

Los ingresos por venta se conforman por la venta de carne producida. El precio considerado es de \$ 25.00 por kilogramo de carne. Con estos precios, el valor de producción en la pradera monocultivo es de \$12,495.00 y en las praderas Asociadas de \$13,426.00.

Cuadro 8. Costos, Ingresos y rentabilidad (\$) por ha de dos sistemas de producción.

Concepto	Praderas	
	Tanzania	Asociado
Costo fijo (\$)	1,362.00	1,472.00
Costo variable (\$)	9,719.00	9,803.00
Costo total (\$)	11,081.00	11,275.00
Peso final de carne en pie (kg/ha)	499.8.00	537.00
Precio por kg (\$)	25.00	25.00
Valor de la producción (\$)	12,495.00	13,426.00
Ganancia neta (\$)	1,414.00	2,151.00
Rentabilidad sobre costos totales (%)	12.76	19.00

En el cuadro 8 se presenta los indicadores financieros de los dos sistemas de producción. La ganancia neta de la pradera de monocultivo fue de \$1,414.00/ha siendo mayor la de las praderas mixtas que ascendieron a \$ 2,151.00. La rentabilidad sobre los costos totales fue del 12.76 % en el monocultivo y del 19 % en las praderas asociadas.

## CONCLUSIONES

La estrategia de intercalar *Leucaena* en praderas de Tanzania mejoró significativamente las tasas de crecimiento de vaquillas doble propósito apacentando en el oriente de Yucatán.

Los dos sistemas resultan con ganancias netas positivas. Esta fue mayor en \$737.00/ha de ganancia neta de la pradera asociada en comparación con la de monocultivo.

De igual forma, la rentabilidad sobre los costos totales es mayor en 6.24 % a favor de las praderas asociadas.

El uso de praderas asociadas es una buena alternativa para el crecimiento de vaquillas en pastoreo.

## Agradecimientos

Los autores expresan su reconocimiento a la SAGARPA y al CONACYT por el financiamiento de este proyecto con clave: 2010-144591.

## LITERATURA CITADA

Alonso, J., Febles G., Ruíz T.E. y Achang G. 2008. Características bromatológicas de guinea (*Panicum maximum* *vc.* *Likoni*) en un sistema silvopastoril con leucaena (*Leucaena leucocephala* *vc.* *Perú*). Agrícola. Tomo 42 (3):pp 295-298.



- Castillo, H. J., Rivas P.F. y Ortega R. L. 2013. Rendimiento estacional y anual de forraje en respuesta a la intersiembra de *Leucaena* en praderas de Guinea. IV Congreso Internacional de manejo de pastizales. I Simposio XXXIV Aniversario de Ganadería Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Texcoco, Edo. De México. p 6-9.
- Dalzell, S., Shelton M., Mullen B. Larsen P. y McLaughlin K. 2010. *Leucaena A guide to establishment and management*. Meat & Livestock Australia Ltd. Sydney, Australia.
- Espinosa G. J.A., González O., T.A., Luna E., A.A., Cuevas R. V., Moctezuma L. G., Góngora G., S.F., Jolalpa B. J.L., Vélez I. A. 2010. Administración de ranchos pecuarios con base en el uso de registros técnicos y económicos. INIFAP-CENID Microbiología. Libro Técnico Núm. 2. México, D. F., México. 218p.
- Gamboa, M.J.V., Magaña M.A., Rejón A.M. y Pech M.V.C. 2005. Eficiencia económica de los sistemas de producción de carne bovina en el municipio de Tizimín, Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 5: pp 79-84.
- Góngora, G. S. F., Espinosa, G. J. A., Cuevas, R. V., Moctezuma, L. G., Espinosa, A. J. de J. Aguilar, B. U. y Aguilar, V. A. 2009. Proceso de administración. p. 285-316. In: Román, P. H., Ortega, R. L., Hernández, A. L., Díaz, A. E., Espinosa, G. J. A., Núñez, H. G., Vera, A. H. R., Medina, C. M. y Ruíz, L. F. J. (comps.). Producción de leche de bovino en el sistema doble propósito. Libro Técnico Núm. 22. INIFAP. CIRGOC. Veracruz, México.
- Magaña, M. A., Rejón A.M., Pech M.V.C. y Valencia H.E.R. 2006. Análisis comparativo de la eficiencia económica de los sistemas de producción de ganado bovino de ciclo completo de pequeños productores de las zonas oriente y sur del Estado de Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 6: pp 197-199.
- Mejía, B. G.T., Magaña J.G. Segura C.J.C., Delgado R.R.J. y Estrada L.R.J. 2010. Comportamiento reproductivo de vacas *Bos Indicus*, *Bos Taurus* y sus cruces en un sistema de producción vaca: cría en Yucatán México. Vol.12 (2): pp 289-301.
- Ramírez, A. L., Ku V. J.C. y Alayón G. J.A. 2007. Follaje de árboles y arbustos en los sistemas de producción de doble propósito. Memoria XX Reunión ALPA. XXX Reunión APPA-Cusco-Perú. Arch. Latinoam. Prod. Anim. VOL. 15 (SUP. 1) p 251-264.
- SAS Institute Inc. 2009. *SAS/STAT 9.2 User's Guide, Second Edition*. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Segura, C.V., Duarte V.F., Solís C.J. y Góngora E.J. 2006. Transferencia de tecnología en el sistema de producción vaca-cría en el oriente de Yucatán. XLII Reunión Nacional de Investigación pecuaria. Veracruz, Ver. p 310.
- Suárez, H., Aranda G. y Palma J.M. 2012. Propuesta para la adopción de tecnología en el sistema de doble propósito. Revista de investigación y difusión agropecuaria. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México.
- 'T Mannelje, L. 1984. Problems of animal production from tropical pastures. In: Hacker (ed.). *Nutritional limits to animal production from pastures*. C.A.B. London, UK. p 67-85.
- Veiga J. A. 2005. *Costos: Calculo y análisis con Microsoft Excel. Professional Tools*. MP Ediciones S.A. Buenos Aires Argentina.





## RENDIMIENTOS DE CORTES EN LA CANAL DE CORDEROS CRUZADOS KATAHDÍN CON PELIBUEY ALIMENTADOS CON DIETAS A BASE DE FORRAJE DE ALFALFA

Cantón\* C.J.<sup>1</sup> Alcaraz R. A.<sup>1</sup> Domínguez R. A.<sup>1</sup> Quintal FJ<sup>1</sup> Rojas R. O.<sup>1</sup> Piña C. A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
Campo Experimental Mochochá. Km 25 antigua carr. Mérida-Motul. Mérida Yuc., México  
gcanton.javier@inifap.gob.mx

T-105

### RESUMEN

Se evaluó el efecto del forraje de Alfalfa en la dieta y el sexo sobre el rendimiento de cortes de la canal de corderos cruzados (F1) Katahdín con Pelibuey. Treinta y cuatro corderos machos enteros y veintidós hembras fueron distribuidos mediante un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 2 × 2: dos dietas (con y sin forraje de Alfalfa) y dos sexos (Machos y Hembras). Los corderos se alimentaron en forma *ad libitum* y se sacrificaron cuando alcanzaron un peso vivo promedio de 39 kg, aproximadamente. No se encontró un efecto de la dieta sobre los diferentes cortes de la canal ( $P > 0.05$ ). Los animales registraron en promedio  $\pm$  Error Estándar de la Media (EEM) un rendimiento en canal de  $50 \pm 0.3\%$ . Los corderos machos registraron un mayor peso de la canal caliente, peso del tercio delantero, trasero y total de cortes de la canal. Los corderos alimentados con dietas a base de forraje de Alfalfa tienen un rendimiento de cortes de la canal similar a los que recibieron la dieta con sorgo y oleaginosas, lo que indica que es posible producir canales de corderos con excelentes rendimientos, utilizando dietas con forrajes de buena calidad.

**Palabras clave:** Alfalfa•canal•corderos•cortes.

### INTRODUCCIÓN

En México no existe una clasificación oficial de la percepción de los productos cárnicos consumidos. Sin embargo, son cada vez más las explotaciones y empresas que se interesan en el mercado de cortes finos de cordero ya que éste tiene un gran potencial para desarrollarse, por lo que es necesario que los productores, transformadores y comercializadores, tengan una idea clara de cuáles son los cortes que el mercado demanda, con el objeto de identificar y diferenciar aquellos que tengan demanda en nichos muy específicos, diferentes al de la barbacoa. Tradicionalmente el segmento de cortes ha sido satisfecho con productos importados, en el cual el volumen y la calidad que éstos les garantizan son criterios importantes para la decisión de compra.

México ha sido deficitario en carne de ovino, recurriendo a las importaciones para complementar el abasto, las cuales para el año 2000 ascendieron a 53 mil trescientas toneladas, sin embargo, con el incremento de la producción nacional en los últimos años, la importación de carne se redujo en un 34% ya que para el año 2006 se introdujeron solamente 35 mil toneladas (FAO, 2004).

La alimentación es uno de los principales factores que afectan las características y calidad de la carne, por lo que es indispensable establecer estrategias de alimentación que permitan mejorar estos atributos. Lo anterior, es de gran relevancia, debido a que al mejorar la calidad de la carne, se beneficia su consumo por el humano. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la dieta y sexo sobre el rendimiento de cortes de la canal de corderos cruzados (F1) Katahdín × Pelibuey.



## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 34 corderos machos enteros y 21 hembras Katahdín × Pelibuey, con un peso vivo promedio  $\pm$  desviación estándar (DE) de 14.9 y 13.4  $\pm$  2.9 y 3.2 kg, respectivamente. Los animales se distribuyeron con base a su peso vivo y sexo, utilizando un diseño totalmente al azar, con un arreglo factorial 2  $\times$  2, (Montgomery, 2004). Los factores a evaluar fueron: dos dietas, con y sin forraje de Alfalfa (Cuadro 1); dos sexos, machos y hembras. Cada repetición consistió en un animal instalado en una corraleta, provista de área de sombra, bebedero y comedero. Los animales se alimentaron a libertad y recibieron una mezcla de minerales traza a libre acceso. Asimismo, tuvieron un período de adaptación a las dietas y corraletas de 14 días y, se pesaron previo ayuno de 16 h cada 14 días hasta el final del período de mediciones, el cual tuvo una duración de 90 días. Al finalizar la prueba todos los corderos se sacrificaron, previo ayuno de 16 h, de acuerdo a la norma oficial mexicana establecida para el sacrificio y faenado de animales (NOM-194-SSA1-2004). Se les cortó la cabeza a la altura de la articulación occipito-atloidea y, la piel, las patas, partes de la cavidad torácica (órganos y glándulas) y contenido de la cavidad abdominal y pélvica (contenido gastrointestinal) fueron removidos para dejar libre a la canal. Se obtuvo el peso de la canal caliente y se dividió en tres secciones para determinar su rendimiento: 1) Tercio delantero, el cual se obtuvo realizando un corte entre la 12<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> costilla, siguiendo la curvatura natural del hueso; 2) Tercio medio, haciendo un corte recto entre la última vértebra lumbar y el hueso de la pelvis, de manera perpendicular a lo largo de la pierna y pasando por la parte anterior de la pelvis; 3) Tercio trasero, que es la parte que permaneció después de separar la sección anterior. Los resultados se analizaron usando un modelo lineal (GLM) de efectos fijos, que incluyeron el efecto de la dieta y sexo, a través de los procedimientos del SAS (SAS Inst. Inc., 2003).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Cuadro 2 presenta los resultados del efecto del forraje de alfalfa en la dieta sobre el rendimiento de las diferentes secciones de la canal de los corderos, en donde no se observaron diferencias significativas para ninguna de las variables evaluadas ( $P > 0.05$ ). Los animales registraron en promedio  $\pm$  Error Estándar de la Media (EEM) un rendimiento en canal de 50  $\pm$  0.3 %, el cual es similar a lo reportado por otros autores en ovinos de pelo ( ). Se ha observado que los componentes de la canal se encuentran directamente relacionados con el contenido de energía de la dieta, debido a que es el principal elemento requerido para el crecimiento de la masa muscular y desarrollo de tejidos en los animales (Ferrel, 1993; Shoonmaker *et al.*, 2004). Es importante mencionar que en este experimento las dietas tuvieron cantidades similares de energía, lo cual explica las pocas variaciones encontradas en los cortes de la canal.

Se observó un efecto significativo atribuible al sexo sobre la mayoría de los cortes de la canal (Cuadro 3). Los machos registraron una mayor peso de la canal caliente, peso del tercio delantero, trasero y total de cortes de la canal en comparación con las hembras ( $P < 0.05$ ). Se ha reportado, que los componentes de canal están directamente relacionados con el grado de madurez y el peso al sacrificio, en donde los animales más pesados registran una mayor conformación de la canal (Salgueiro *et al.*, 2009; Jacques *et al.*, 2011.), tal y como se observó en este estudio con los corderos machos. El efecto de la dieta se mostró independiente del tipo de sexo de los corderos en todas las variables evaluadas ( $P > 0.05$ ).

## CONCLUSIÓN

Los corderos alimentados con dietas a base de forraje de Alfalfa tienen un rendimiento de cortes de la canal similar a los que recibieron la dieta con sorgo y oleaginosas, lo que indica que es posible producir canales de corderos con excelentes rendimientos, utilizando dietas con forrajes de buena calidad.



Cuadro1. Composición de las dietas (% BS).

Ingredientes	Dieta	
	Con Alfalfa	Sin Alfalfa
Heno de Alfalfa	23.000	---
Sorgo molido	46.620	48.240
Canola	10.115	11.000
Salvado de trigo	5.000	12.000
Cascarilla de soya	5.000	14.000
Melaza de caña	5.000	5.000
Pasta de soya	---	3.850
Carbonato de Calcio	1.925	2.800
Aditivos nutricionales	0.840	0.840
Sal común	0.800	0.800
Urea	0.800	0.800
Bicarbonato de sodio	0.400	0.400
Sulfato de amonio	0.150	0.150
Minerales traza	0.284	0.437
Vitaminas ADE	0.066	0.060
<b>Composición química</b>		
Materia Seca (%)	90.40	89.84
Proteína Cruda (%)	16.00	16.00
EM (Mcal/kg DM) <sup>a</sup>	2.700	2.700

<sup>a</sup> Estimado con base al NRC (1985).

Cuadro 2. Efecto del forraje de Alfalfa en la dieta sobre el rendimiento de cortes de la canal de corderos.

	Dieta		Valor P	EEM
	Con Alfalfa	Sin Alfalfa		
Peso vivo al sacrificio (kg)	39.67	38.80	0.808	0.342
Peso canal caliente (kg)	19.73	19.42	0.871	0.206
Rendimiento en canal (%)	49.76	50.06	0.491	0.284
<b>Peso de cortes:</b>				
Delantero (kg)	3.00	3.12	0.251	0.063
Medio(kg)	3.33	3.27	0.619	0.062
Trasero (kg)	2.77	2.77	0.940	0.038
Total secciones (kg)	9.12	9.16	0.807	0.099
<b>Rendimientos de cortes:</b>				
Delantero (%)	32.96	34.06	0.269	0.578
Medio (%)	36.59	35.70	0.408	0.614
Trasero (%)	30.45	30.24	0.607	0.204

E.E.M.= Error estándar de la media



Cuadro 3. Efecto del sexo sobre el rendimiento de cortes de la canal de corderos.

	Sexo		Valor P	EEM
	Machos	Hembras		
Peso vivo al sacrificio (kg)	39.67	38.80	0.808	0.342
Peso canal caliente (kg)	20.05a	18.88b	0.004	0.206
Rendimiento en canal (%)	49.21	50.02	0.332	0.290
Peso de cortes:				
Delantero (kg)	3.30a	2.82b	0.0001	0.063
Medio(kg)	3.22	3.37	0.204	0.062
Trasero (kg)	2.87a	2.67b	0.009	0.038
Total cortes (kg)	9.40a	8.88b	0.008	0.099
Rendimiento de cortes:				
Delantero (%)	35.15a	31.86b	0.001	0.578
Medio (%)	34.28	38.00	0.0009	0.614
Trasero (%)	30.56	30.13	0.323	0.204

Literales distintas en el mismo renglón indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ ;  $P < 0.01$ )  
E.E.M. = error estándar de la media.

#### LITERATURA CITADA

- Acero C.H.M. 2005. El comercio mundial de la carne ovina. XIX Reunión de las Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). pp: 662-664.
- F.A.O. 2004. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistical Databases 2004. Fao-Faostat .<http://www.fao.org.mx>. (6 de Abril de 2014).
- Ferrel C.L. 1993. Metabolismo de la energía. En: El Rumiante. Fisiología digestiva y nutrición. (Editor: Church CD). Ed. Acribia. España. pp: 283-303.
- Montgomery DC. 2004. Diseños y Análisis de Experimentos. 2ª ed. Edit. Limusa, México. 686 p.
- NOM 194-SSA1-2004. Productos y servicios. Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio. Especificaciones sanitarias de productos. Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Economía.
- N.R.C. 1985. Nutrient Requirements of Sheep. National Research Council. 6 th Revised Edition. National Academy of Sciences. Washington, D.C. USA. 122 p.
- Salgueiro, Z., Díaz, M.D., Carballo, S.J. 2009. Efecto del acabado sobre la calidad de la canal de terneros y terneras alimentados con ensilados. Arch. Zoot. 58, 11-22.
- Schoonmaker J.P., Cecava M.J†, Fluharty F.L., Zerby H.N and Loerch S.C. 2004. Effect of source and amount of energy and rate of growth in the growing phase on performance and carcass characteristics of early- and normal-weaned steers. *J. Anim.Sci.* 82: 273-283.
- S.A.S. Institute Inc. 2003. SAS/STAT user's Guide. Version 6. Fourth Edition. Vol. 1. Carry, NC. SAS Institute Inc. 943 p.



## PROGRAMA DE ASISTENCIA TÉCNICA Y CAPACITACIÓN PARA CRIADORES DE BOVINOS DE DOBLE PROPÓSITO EN CAMPECHE, MÉXICO

Rivera M. J. A.\*<sup>1</sup>, Lara RMJ<sup>1</sup>, Vázquez G. R.<sup>2</sup>, Quintal F. J. A.<sup>1</sup>, Cabrera T. E. J.<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Investigadores del CIRSE. INIFAP. México; <sup>2</sup>Investigador del CENID Microbiología. CIRCE.  
INIFAP. México.

Campo Experimental Edzná. INIFAP  
rivera.justualberto@inifap.gob.mx

T-29

### RESUMEN

“Altos de Lechuga SPR de RL” es un grupo de ganaderos que desde 1997 ha recibido apoyos de distintos programas, destacando el servicio de Asistencia Técnica y Capacitación. Objetivo. Evidenciar el impacto del programa de Asistencia Técnica y Capacitación ofrecido a criadores de Bovinos de Doble Propósito en Campeche, México. Metodología. El período de estudio comprendió de septiembre de 2013 a enero de 2014, se desarrolló en dos municipios del estado de Campeche: Escárcega y Calakmul. Participaron 328 ganaderos (182 hombres y 146 mujeres) de 21 comunidades (19 de Escárcega, y dos de Calakmul). Se efectuaron 328 entrevistas a los ganaderos, y se aplicó a los mismos una cedula de diagnóstico inicial, sistematizando los datos y efectuando su análisis con el programa Excel. Se programaron 30 eventos de capacitación en aula, 30 demostraciones de campo, ocho giras de intercambio tecnológico, y una visita mensual, durante cinco meses a los 328 ganaderos beneficiarios del servicio. Resultados. Ocho PSP llevaron a cabo 32 eventos de capacitación en aula y 32 demostrativos en campo; ocho giras de intercambio técnico y 328 visitas mensuales de asistencia técnica a las Unidades de Producción (UP) de los ganaderos. Se dio un incremento de 6.6 % respecto a lo programado para los eventos en aula (32 de 30) y demostraciones en campo (32 de 30); se efectuaron ocho giras de intercambio, y los PSP acompañaron a los 328 ganaderos en sus UP. El promedio de asistencia de ganaderos a los eventos fue de 70.96 %. Los eventos en aula, demostración en campo, giras de intercambio y acompañamiento en ranchos promediaron 67.9, 66.1, 49.6 y 100.0 % respectivamente. Los bajos promedios de asistencia a los eventos son originados por la corta duración del programa, al trabajo doméstico que realizan las mujeres en sus casas, y al elevado porcentaje de ganaderos que efectúan otras actividades económicas (67 %) fuera de sus UP. Conclusiones. Se cumplió con el programa de ATyC. Por falta de seguimiento se desconoce el impacto de las acciones de capacitación, así como el número de ranchos que tienen implementados los componentes en que se capacitó a los ganaderos. Por las razones antes expuestas no se puede afirmar si está mejorando la producción y rentabilidad de las UP. Se recomienda que este tipo de proyectos tengan mayor duración, y operen de manera ininterrumpida, y sobre todo que los ganaderos participen en la definición del programa de ATyC.

**Palabras clave:** Asistencia Técnica, capacitación, eventos formativos, participación, bovinos de doble propósito.

### INTRODUCCIÓN

Desde hace poco más de 10 años, el gobierno federal, a través de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), el gobierno del estado de Campeche, a través de la Secretaría de Desarrollo Rural (SDR), y la Unión Ganadera Regional de la entidad, han promovido el desarrollo de la ganadería Bovina de Doble Propósito. Entre las acciones más importantes destaca el apoyo a productores con subsidios para la adquisición de bovinos de pie de cría (vientres y sementales) con características idóneas para producir leche y becerros, infraestructura, equipos, semillas de pastos, pago a extensionistas para brindar el



servicio de Asistencia Técnica y Capacitación; así mismo se han rehabilitado caminos, instalado Centros de Acopio para leche, y se ha promovido la participación de empresas tractoras para la comercialización de becerros y leche.

Las instituciones de investigación y docencia federal y estatal, han generado tecnologías de proceso y de producto relacionados con el sistema de producción. Tal es el caso del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

La ganadería de Doble Propósito produce básicamente dos tipos de productos primarios: becerros destetados (8 a 12 meses de edad), y leche obtenida del ordeño diario, misma que se vende a queserías o a empresas tractoras. En la entidad se han introducido razas de bovinos consideradas como exóticas, lo anterior derivado de las exigencias que demanda el mercado internacional, el que establece el porcentaje de genes europeos que deben tener los animales, la calidad e inocuidad de los productos producidos (carne y leche). Debido a esto, los ganaderos requieren de capacitación en el manejo general de estos genotipos.

El Grupo “Altos de Lechuga”, surgió en el año 1997 sin figura jurídica, bajo el Modelo GGAVATT (Aguilar y Col., 1997). En el 2008 se constituyó como Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Limitada (SPR de RL). Desde su creación ha sido beneficiado por programas federales y estatales. Actualmente disfrutan del apoyo federal (subsidios) del 50% sobre el valor de los bienes y servicios adquiridos, como la adquisición de Pie de Cría, equipamiento e Infraestructura Rural (construcción de salas de ordeño y de silos), apoyo para efectuar en el ganado el Diagnóstico de Brucelosis y Tuberculosis.

El presente proyecto se derivó a raíz de que el Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural, A. C. (INCA Rural) emitió la convocatoria para que grupos con figura jurídica solicitaran apoyos para el Programa Integral de Capacitación (PIC). El Grupo “Altos de Lechuga” SPR de RL solicitó y resultó beneficiado de dicho programa; para esto requirió la elaboración de un programa de trabajo, y contratación de personal que coordinara el proyecto, y extensionistas que realizaran las actividades de ATyC.

### **Problemática**

La generalidad de los ganaderos dan un mínimo manejo a los semovientes criados comercialmente en pastoreo, y este hecho afecta de manera negativa la eficiencia y rentabilidad de los bovinos (Rivera, 2007; FUNPROVER, 2010; Román y col., 2012; Rivera y Lara, 2013; directivos de ONG's -comunicación personal-), destacando:

- Genética:
  - No se tienen implementados sistemas de selección, ni de cruzamientos, existiendo una mezcla indefinida de animales, cruza de *Bos Taurus* con *Bos indicus*, sin poder estimar el potencial genético de los mismos.
- Reproducción:
  - Se utilizan toros con baja capacidad reproductiva, afectando negativamente la fertilidad del hato.
  - En la mayoría de los ranchos el toro da el servicio de monta libre a las vacas a través el año, ocasionando los partos en épocas críticas.
  - Es reducido número de ranchos donde se efectúa la evaluación integral del tracto reproductivo de la hembra, incluye el diagnóstico de gestación.
- Nutrición:



- No se proporciona sal mineralizada de manera continua durante el año.
- En épocas críticas no se ofrecen complementos nutricionales de manera rutinaria (bloques, concentrados, henos, silos, etc.).
- Sanidad:
  - No se aplica adecuadamente un calendario sanitario para prevención de enfermedades zoonóticas.
  - No se establece un programa para efectuar pruebas diagnósticas de agentes infectocontagiosos que afectan negativamente la producción de los bovinos en pastoreo.
- Forrajes:
  - Los forrajes establecidos no satisfacen los requerimientos nutricionales de los bovinos manejados bajo condiciones de pastoreo, a través del año (cantidad y calidad).
  - Las UP no cuentan con programa de Ajuste de Carga Animal.
  - Es incorrecto el manejo de los potreros.
  - Es mínima la superficie establecida con praderas irrigadas.
  - No se siembran leguminosas.

Se afirma que para evitar y/o minimizar dichos problemas se requiere que los ganaderos utilicen tecnología, bajo la premisa de que al aplicar tecnología se mejoran sustancialmente los Indicadores técnicos, productivos, económicos, y en consecuencia el nivel de vida de los ganaderos y sus familias.

Así mismo, y de manera general, se cuenta con pocos datos concretos sobre los componentes tecnológicos que tienen implementados los ganaderos en sus Unidades de Producción (rancho, parcela), ni se tienen datos confiables de los niveles de producción y rentabilidad de la actividad. Por estas razones los ganaderos tienen la necesidad de capacitarse en el manejo que demandan dichos semovientes, por tanto se establece el siguiente objetivo.

#### **OBJETIVO**

Evidenciar el impacto de un programa de Asistencia Técnica y Capacitación ofrecido a criadores de Bovinos de Doble Propósito en Campeche, México.

#### **METODOLOGÍA**

La duración de las acciones realizadas fue de cinco meses, inició en septiembre de 2013 y finalizó en enero de 2014.

El servicio se llevó a cabo en el estado de Campeche, que se localiza geográficamente en la región sureste del territorio mexicano, y forma parte de la Península de Yucatán. Se ubica entre los paralelos 17° 48' y 20° 52' de latitud norte, y entre los meridianos 89° 06' y 92° 27' de longitud Oeste. Representa el 2.9 % del territorio mexicano, con una superficie de 57,716 km<sup>2</sup>, y está integrado por 11 municipios.

Los municipios donde se llevó a cabo son: Escárcega y Calakmul. El municipio de Escárcega cuenta con una extensión de 3,884 km<sup>2</sup> (6.4 % del territorio estatal), e integra a 58 comunidades. El municipio de Calakmul tiene una extensión de 13,839 km<sup>2</sup> (23.9 % del territorio estatal) e integra a 145 comunidades. Ambos municipios manifiestan clima tropical cálido sub húmedo (Aw<sup>1</sup>), temperatura media anual de 27°C, y precipitación pluvial que oscila de 1,100 a 1,500 mm anuales, manifestándose la mayor precipitación en los meses de julio a septiembre.



El servicio de Asistencia Técnica y Capacitación (ATyC) se orientó a 328 ganaderos (182 hombres y 146 mujeres), de 19 localidades del municipio de Escárcega, y dos del municipio de Calakmul.

Se efectuaron 328 entrevistas a los ganaderos, y se aplicó a los mismos una cedula de diagnóstico inicial. La sistematización de las cedulas se realizó en una hoja electrónica del programa Excel; se efectuó su análisis, generando indicadores (promedios y rangos). Se establecieron acciones formativas, dirigidas a la capacitación de los ganaderos, para que aprendan a implementar en sus UP los componentes propuestos. Las acciones formativas se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tipo y número de acciones formativas establecidas para efectuar con los ganaderos de Altos de Lechuga SPR de RL.

Tipo de acción formativa	Meta (número)
Eventos en Aula (cursos)	30
Demostraciones de Campo	30
Total de Acciones	60

Como complemento a las acciones formativas se programaron ocho Giras de Intercambio tecnológico, y se programó asistencia técnica a los 328 ganaderos en sus ranchos una vez al mes durante cinco meses.

Para llevar a cabo los procesos formativos se establecieron las siguientes actividades de logística.

**Eventos en aula y demostraciones en campo.** Una semana previa al evento se realizó la entrega personalizada de la invitación del evento al representante del grupo en la comunidad respectiva, el representante del grupo se encargó de promocionarlo con sus agremiados, mediante la entrega de invitaciones y previa explicación del objetivo del evento. También se informó e invito a representantes de la comunidad (Comisariado Ejidal y Municipal) con el objeto de que participaran en la organización, y se contara con el espacio físico donde se llevarían a cabo los eventos (comisaría ejidal, municipal, escuelas etc.), los equipos (mesas, sillas, otro) y servicios (energía eléctrica, ventilación, limpieza, etc.) a requerir. Los eventos en campo se llevaron a cabo en ranchos pertenecientes a ganaderos. Con el apoyo de las autoridades y el equipo de sonido de la localidad se promocionaron diariamente los eventos. La estrategia de intervención es la de Capacitación y visitas, generada por Benor y Harrison (1977), y que se utiliza en otros países, como México (Aguilar y Col., 2002) y Argentina (INTA, 1999).

Los temas de capacitación fueron.

- Manejo reproductivo de la hembra bovina de Doble Propósito en el Trópico.
- Prevención y control de enfermedades en bovinos de Doble Propósito bajo condiciones de pastoreos.
- Aspectos administrativos de ranchos ganaderos.
- Conservación de forrajes mediante ensilaje para alimentación de bovinos de doble propósito.

El contenido de los eventos de capacitación tuvieron las siguientes características.

- ✓ **Administración de ranchos bovinos de Doble propósito.** Identificación numérica permanente y visible en los animales. Importancia de que cada ganadero cuente con una libreta de campo, con sus apartados específicos, donde pueda anotar los eventos productivos y





reproductivos de los animales, ahí mismo reporte los registros económicos (compras y ventas) que ocurren en su Unidad de Producción.

✓ **Manejo reproductivo de la hembra bovina de Doble Propósito en el Trópico.** Importancia de la revisión integral del tracto reproductivo, por palpación rectal, para verificar el estado de los órganos reproductivos, y determinar si el vientre se encuentra o no gestante. Importancia y utilidad de llevar a cabo la lotificación del hato, por edad y estado fisiológico, estableciendo el manejo nutricional y sanitario de los animales.

✓ **Diseño de calendarios para prevención de enfermedades enzooticas de bovinos de Doble Propósito.** Enfermedades mas comunes que prevalecen en la región, y la época en que se manifiestan. Descripción de las enfermedades, prevención y tratamiento. Desarrollar en los ganaderos la capacidad para establecer un calendario sanitario para prevención y control de las enfermedades que afectan a sus animales en sus ranchos.

✓ **Elaboración de ensilaje como estrategia de alimentación de Bovinos de Doble propósito en época de estiaje.** Cantidad y calidad de los forrajes presentes en los potreros, requerimientos de materia seca de los animales: El ensilaje como alternativa viable y económica. Proceso de elaboración del ensilaje, en silo de bolsa y de cincho, ventajas y desventajas de ensilar, pasos a seguir para un correcto ensilaje y calculo de tamaño de silo de acuerdo a la duración de la sequía y del número de animales del rancho.

Para cada tema, y para reforzar los conocimientos de los productores, además se elaboraron Guías para productores, sobre los mismos temas, que se entregaron a los ganaderos como material de consulta:

Las actividades de logística para las GIT y acompañamiento a los ganaderos en sus ranchos fueron las siguientes

**Gira de Intercambio Tecnológico (GIT).** El PSP evidencio ante el grupo que atendió la importancia de efectuar un recorrido de campo a un rancho de Bovinos de Doble Propósito considerado como sobresaliente. Se entrevistó y acordó con el dueño del la UP la fecha, programa y logística del evento. Una semana previa al evento se realizó la entrega personalizada de la invitación a los representantes de los grupos, explicándoles el objetivo y la logística de la GIT. El representante del grupo a su vez hizo entrega de invitaciones a sus agremiados. También informó e invito al Comisariado ejidal y municipal de cada comunidad, con el objeto de que participaran y promocionaran el evento en la comunidad. Se invitó a autoridades federales, municipales y representantes de organizaciones ganaderas. La estrategia de intervención es demostraciones de campo (Curriel, 1989; Blanco y Col., 2001; Aguilar y Col., 2002).

**Acompañamiento a los ganaderos en sus ranchos.** El objetivo fue conocer el rancho, el manejo que se tiene implementado, como se encuentra el ganado, dar recomendaciones sobre la aplicación de los componentes en los que fue capacitado, así como el apoyo de las demás disciplinas que requiriera el ganadero, etc. El PSP y el ganadero consensuaron el día para efectuar la visita a la UP. El PSP visitó una vez al mes durante cinco meses. Como evidencia se tiene un formato de visita para escribir si es que había algún problema en el rancho, y de ser el caso la recomendación del extensionista. La estrategia de intervención es Visitas prediales (FAO, 1996; Aguilar y col., 2002).

## RESULTADOS

El 79.8 % de los ganaderos son del género masculino, y 20.2 % del femenino, con edad promedio de 48 años (rango de 20 a 80 años). El 95.6 % saben leer y escribir, siendo el promedio de estudios el quinto año de primaria.



Solamente 11 % de los ganaderos entrevistados señalo que la ganadería es su única fuente de ingresos, así que el 89 % además de criar bovinos, en sus UP realizan otras actividades como el cultivo de maíz, frijol y calabaza chihua, cuya producción es primordialmente para autoconsumo y si hubiera un excedente, lo venden a intermediarios. También crían otras especies animales, como los ovinos (para autoabasto) y abejas, para la obtención de miel, obteniendo ingresos estacionales que complementan el ingreso familiar. El 67 % de los ganaderos efectúa actividades económicas fuera de su Unidad de producción trabajando como jornaleros, empleados de oficinas y otros tienen negocio de venta de abarrotes, frutas y verduras.

De acuerdo a la cantidad de semovientes existentes en las UP se procedió a estratificarlas en tres. Así el 59 % de los ganaderos tienen hatos que van de cinco a 35 cabezas, 39 % tienen hatos de 36 a 99, y 2 % tienen hatos con igual o mayor a 100 cabezas. La superficie total es de 7,451 ha, de las cuales el 87 % corresponde a praderas de temporal, 9 % a acahual, y 4 % se destina para cultivo de forrajes de corte bajo riego.

El Cuadro 2 muestra el cumplimiento de las metas sobre el número de eventos de capacitación, las Giras de intercambio y el acompañamiento a los ganaderos en sus UP.

Cuadro 2. Eventos formativos que se efectuaron con los ganaderos.

Característica	Tipo de evento				Total
	En aula	Demostración en campo	Giras de intercambio	de Acompañamiento en ranchos	
Programado	30	30	8	328	396
Realizado	32	32	8	328	400
% de avance	106.6	106.6	100	100	103.3

Los resultados muestran un incremento de 6.6 % (dos eventos más), respecto a lo programado para los eventos en aula y demostración en campo. Respecto a giras de intercambio y acompañamiento el resultado fue el 100% en relación a lo planteado.

En promedio el 70.96 % de los ganaderos asistieron a los distintos eventos (Cuadro 3). El resultado anterior se debe a que para las mujeres es más fácil asistir a un evento de capacitación en aula realizado en su localidad, que acudir a otros eventos que se efectúen en la UP de otro productor en otra comunidad, además de que la conyugue apoya a su esposo en las actividades del rancho, debe efectuar actividades domésticas de la casa. Otro factor importante es que el 67 % de los ganaderos realizan otras actividades económicas fuera de la UP, por tanto asistir a un evento de capacitación causa la disminución del ingreso económico familiar.

Cuadro 3. Asistencia de los ganaderos a los eventos formativos.

Concepto	Tipo de evento			
	En aula	Demostración en campo	Giras de intercambio	de Acompañamiento en ranchos
Asistencia programada	328	328	328	328
Asistieron	223	217	163	328
No asistieron	105	111	165	0
Porcentaje de asistencia	67.98	66.15	49.69	100.00

Al finalizar cada evento y en acto plenario, los ganaderos señalaron que en la mayoría de casos se actualizaron, en otros adquirieron nuevos conocimientos, y remarcaron estar en condiciones



de aplicar los componentes tecnológicos en que fueron capacitados (reproducción, genética, sanidad, alimentación y administración). Finalmente sostuvieron que derivado de las acciones formativas esperan que su implementación en sus UP impacte en la mejora de los procesos productivos, generando beneficios tangibles de manera directa en su economía.

## CONCLUSIONES

Las teorías extensionistas y métodos de intervención utilizados fueron: Capacitación y Visitas: Benor y Harrison, 1977; Aguilar y col., 2002; INTA, 1999; Visitas prediales: Aguilar y col., 2002; y Demostraciones de campo. Curriel, 1989; Aguilar y col., 2002. La mayoría de las metodologías utilizadas son convencionales, y no consideraron la participación de los ganaderos en el desarrollo de la estrategia de intervención.

Debido a la corta duración del proyecto (5 meses), y a la falta de seguimiento a las acciones de capacitación realizadas con los beneficiarios, se desconoce el resultado del impacto de la capacitación y asistencia técnica que se brindó a los ganaderos. También se desconoce el número de componentes implementados en las Unidades de Producción.

Por las razones antes expuestas, se desconoce si por efecto del presente proyecto existe una mejora de la producción y rentabilidad de las Unidades de Producción.

Se recomienda que este tipo de proyectos tengan una mayor duración, y operen de manera ininterrumpida, para lograr que la toma de datos sea una actividad rutinaria y así poder generar indicadores, y evaluar el impacto de uso de dichas tecnologías.

## LITERATURA CITADA

- Aguilar BU, Amaro GR, Bueno DHM, Chagoya FJ, Koppel RET, Ortiz OGA, Pérez SJM, Rodríguez CMA, Romero FMZ, Vázquez GR. 2002. Manual para la formación de capacitadores en el Modelo GGAVATT. Publicación Especial del INIFAP número 36.
- Benor D y Harrison. 1977. Extensión Agraria: sistemas de capacitación y visitas. Washington. Banco Mundial. 64 p.
- Curriel L C. Capacitación para el Desarrollo Rural. El caso del Centro Demostrativo y de Capacitación del FIRA, en Tezoyuca, Morelos. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. México. 1989.
- FUNPROVER. 2010. Fundación Produce Veracruz, Estudio y Análisis del Mercado de los Productos del Sistema Bovinos Doble Propósito en el Estado de Veracruz. En página web: <http://www.funprover.org/Estudios%20Estrategicos%20Ovinos,%20Toronja%20y%20Bovinos%20Doble%20Proposito%20Colpos%20Veracruz/Estudioy analisisbovinos.pdf>
- INTA. 2000. Investigación - extensión agropecuaria, sociedad y decisores políticos. INTA. Buenos Aires
- Rivera MJA. Extensión Agraria con enfoque Agroecológico, una alternativa para el agro del estado de Campeche, México. Tesis para obtener el grado de doctor en: "Agroecología, Sociología y Desarrollo Rural Sostenible". Córdoba, España. 2007.
- Rivera MJA, Lara RMJ. 2013. Identificación, establecimiento y operación de Módulos Demostrativos Pecuarios en el estado de Campeche. Informe de actividades UTEP INIFAP.
- Román PH, Aguilera SR, Patraca FA. 2012. Producción y comercialización de ganado y carne de bovino en el estado de Veracruz. En página web: [http://www.nuttropic.com/publicaciones/produccion\\_y\\_comercializacion\\_de\\_la\\_carne\\_veracruz\\_vf.pdf](http://www.nuttropic.com/publicaciones/produccion_y_comercializacion_de_la_carne_veracruz_vf.pdf)
- SAGARPA. 2011. Reglas de Operación de los Programas. En página web: [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx).



Saldaña AR. Taller sobre extensionismo agropecuario. Efectuado en la ciudad de Campeche, Campeche, México, del 26 al 27 de agosto de 1999. Impartido a los Promotores de Desarrollo del subprograma DPAI. Mimeo y presentaciones en Power Point.



## CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN BOVINOS DE DOBLE PROPÓSITO EN DOS MUNICIPIOS DEL ESTADO DE CAMPECHE, MÉXICO.

Lara del R. M. J. \*<sup>1</sup>, Rivera M. J. A.<sup>1</sup>, Vázquez GR<sup>2</sup>, Quintal F.J.A.<sup>1</sup>, Cabrera T.E.J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Investigadores del Centro de Investigación Regional del Sureste, INIFAP. México, <sup>2</sup>Investigador del CIRCE, CENID Microbiología, INIFAP. México, Campo Experimental Edzná km15.5 carretera, Campeche-Tixmucuy. Contacto: lara.manuel@inifap.gob.mx

T-30

### RESUMEN

El objetivo del presente estudio consistió en determinar las características socioeconómicas del sistema de producción bovinos de doble propósito en dos municipios del estado de Campeche, México. El período de estudio comprendió de septiembre de 2013 a enero de 2014. Metodología. Se efectuaron 328 entrevistas y llenado de cédulas individuales a ganaderos de los municipios de Escárcega (287) y Calakmul (41); se utilizó el instrumento de cédula de diagnóstico inicial elaborado por la UTEP - INIFAP. La sistematización de las cédulas se realizó en una hoja electrónica (base de datos), el análisis e interpretación fue con 247 cédulas con el apoyo del programa Excel, para determinar promedios y rangos. Resultados. Se muestra que el 79.8 % de los entrevistados corresponden al género masculino, y 20.2 % al femenino, con edad promedio de 48 años y rango de 20 a 80 años. El 95.6 % saben leer y escribir y la escolaridad promedio es quinto de primaria. Solamente el 11 % de los entrevistados, señalo que la ganadería es su única fuente de ingresos. El promedio de dependientes es de 1.34 hijos por familia; 1.5 son mayores de edad y 1.19 menores, de estos el 70 %, participan en actividades de la Unidad de Producción (UP). El promedio de empleos permanentes generados es de 0.56, familiar 0.42 y eventuales externos y familiares 1.13 y 0.18, respectivamente. En cuanto a tenencia de la tierra el 72, 25 y 3 % es de tipo ejidal, particular y comunal. El hato está constituido de 11,367 cabezas conformado de la siguiente manera: 60, 14.7, 20.8, 2.8 y 1.4 %, vientres, becerros y becerras, sementales y toretes respectivamente. Se determinaron los estratos de las UP; de cinco a 35 cabezas (49 %), 36 a 99 (29 %) y mayor de 100 (2 %). La superficie total es de 7,451 ha, de las cuales el 87 % corresponde a praderas de temporal, 4 % para forrajes bajo riego. La superficie total de maíz, sorgo de temporal y riego mas forrajes de corte, asciende a 212 ha, de las cuales el 50 % corresponde a maíz y sorgo, y 50 % a forrajes de corte (King grass, Taiwán, Maralfalfa, CT-115, entre otras). Las instalaciones utilizadas con mayor frecuencia son: corral de manejo, bebederos, comederos, corral de retención de becerros, manga, y sala de ordeña con 81, 67, 63, 36 y 26 % respectivamente. El Promedio de uso del total de las instalaciones es de 32.2 %. El 91.5 % de los ganaderos aplica tratamientos a cultivos y animales utilizando la bomba de mochila. El 47.8 % posee tractor e implementos agrícolas, 17 % tienen remolque, 16.6 % cuentan con picadora, 12.5 % con molino de martillos. Conclusión. La caracterización del sistema de producción Bovinos de Doble Propósito es determinante para el desarrollo de políticas de fomento, ya que permitirá conocer la conformación de este sistema, sus componentes tecnológicos, el potencial y limitantes que éstos pueden representar respecto a otros sistemas ganaderos tanto a nivel nacional como internacional.

**Palabras claves:** Características socioeconómicas, sistema de producción, bovinos doble propósito.

### INTRODUCCIÓN

En México la diversidad ecológica, socioeconómica y cultural determina la existencia de diferentes tipos de ganadería (CEPAL, 1982; Ortega y Ochoa, 2004). En el marco legal, en



particular el artículo 9° de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (DRS), se establece que en los programas y acciones propuestos deben reconocer la heterogeneidad socioeconómica y cultural de los productores, el tamaño de las unidades de producción, bienes productivos, y el destino de la producción (SAGARPA, 2007).

La ganadería mexicana es una de las principales actividades económicas desarrolladas en el ámbito rural, y ocupa una superficie de 112 millones 743 mil hectáreas (57.3 % del territorio nacional). De esta superficie el 68.5 % son áreas de pastoreo en ecosistemas naturales; en general las áreas de pastoreo ofrecen alimento a 29.4 millones de cabezas de ganado bovino, distribuidos en 909 mil unidades de producción (INEGI, 2009).

De las distintas especies domésticas, la ganadería bovina es la actividad productiva más diseminada en el medio rural mexicano, siendo en mayor número la ganadería bovina en el sistema Vaca Cría (BVC), seguida de la de Bovinos de Doble Propósito (BDP), siendo muy heterogéneas en manejo, tamaño, recursos, etc. (Rivas y Holmann, 2002).

A nivel nacional, el sistema de producción de BDP se desarrolla en más de 60% de las Unidades de Producción (Pérez *et al.*, 2003); el 81 % de este sistema prospera principalmente en la región tropical del país en los estados de Veracruz (38 %), la Huasteca (Veracruz, Tamaulipas, San Luis Potosí; 19%), Chiapas (16 %), Tabasco (8 %) y 19 % para el resto de los estados, incluyendo Campeche (Espinosa *et al.*, 2000 y Magaña *et al.*, 2005). El uso del suelo en estas áreas se distribuye en agostaderos (50 %), praderas inducidas (25 %) y cultivos agrícolas (25 %); los pastos que se utilizan para pastoreo son gramas nativas (*Paspalum sp* y *Axonopus sp*) y pastos inducidos de diversas características como el Privilegio o Zacaton (*Panicum maximum*), Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*), Alemán (*Echinochloa polistachya*), Insurgente (*Brachiaria brizantha*) por citar algunos (Ruiz, 2004).

El sistema de BDP utiliza principalmente razas cebuínas cruzadas con razas europeas (Suizo, Holstein o Simmental); y se obtienen dos productos fundamentales: leche, que comúnmente se obtiene con ordeño diario, manual, y con el apoyo del becerro para estimular el descenso de la leche, y becerros que se venden al destete a los 6 u 8 meses de edad (Pérez *et al.*, 2003; Osorio y Segura, 2005). Este sistema basa su alimentación en el pastoreo.

En el Estado de Campeche más de 25.6 % de su superficie se dedica a la ganadería bovina, con 1,456,752 ha, de las cuales el 50 % son praderas cultivadas y la superficie restante se encuentra cubierta con gramas nativas, principalmente de los géneros *Paspalum sp* y *Axonopus sp*. El inventario ganadero es de 814,393 cabezas de bovinos, de los cuales 592,393 son de carne y 222,000 se dedican al sistema de producción de BDP y leche, mismos que son manejados por 11,827 ganaderos (SINIIGA, 2012; Rivera y Lara, 2012).

Los criterios en los que se basa la caracterización son el Sistema de Producción (SP) y los aspectos socioeconómicos de los productores (Dourogeani, 2000). La metodología generalizada para la caracterización de los SP consta de ocho etapas: 1. Descripción de la población a estudiar, 2. Selección de la muestra y creación del instrumento para recabar la información, 3. Procesamiento de la información (elaboración de bases de datos, descripción y clasificación de variables), 4. Revisión y selección de variables, 5. Aplicación de técnicas estadísticas, 6. Determinación de subsistemas, 7. Descripción de los grupos y 8. Validación de la tipología (Valerio *et al.*, 2004).

La caracterización sirve, entre otros, para diseñar y proponer estrategias de intervención, acompañamiento y formación; para lo anterior se requiere verificar la participación de los



ganaderos en la actividad, conocer su perfil, y otras características tecnológicas que den lugar a que tengan un mejor servicio de capacitación y asistencia técnica, que repercuta en la mejora de sus praderas y semovientes con la finalidad de incrementar calidad y cantidad de los productos primarios que se generan en las Unidades de Producción (UP), y por consiguiente lograr que la actividad sea rentable, y se puedan insertar en otros eslabones de la cadena.

Es por ello que la caracterización de los sistemas Bovinos de Doble Propósito (BDP) es determinante para el desarrollo de políticas diferenciadas de fomento, ya que permitirá conocer la manera en que se encuentran conformados los sistemas ganaderos, sus componentes tecnológicos, el potencial y limitantes que éstos pueden representar respecto a otros sistemas ganaderas tanto a nivel nacional como internacional.

### **Objetivo**

Identificar las características socioeconómicas del sistema de producción bovinos de doble propósito en dos municipios de Campeche, México.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio se realizó en el estado de Campeche, el cual se localiza geográficamente en la región sureste del territorio mexicano, y forma parte de la Península de Yucatán. Campeche se ubica entre los paralelos 20° 51' norte y 17° 49' sur de latitud, y entre los meridianos 89° 09' este y 92° 28' de longitud Oeste. Cuenta con una superficie de 57,716 km<sup>2</sup>, y representa el 2.9 % del territorio mexicano. Colinda al norte con el Golfo de México y el estado de Yucatán; al este con Quintana Roo y Belice; al sur con la República de Guatemala y Tabasco; al oeste con Tabasco y el Golfo de México, y está integrado por 11 municipios y cuenta con 380 ejidos (INEGI, 2010).

El municipio de Escárcega se ubica en el sur del estado de Campeche, y cuenta con una extensión de 3,540 km<sup>2</sup>, representa el 6.4 % del territorio estatal, e integra a 58 comunidades. El clima en el municipio es tropical cálido sub húmedo (Aw1), con una temperatura media anual de 26 °C, precipitación pluvial que oscila entre los 1100 a 1300 mm anuales, manifestándose la mayor precipitación en los meses de julio a septiembre (García, 1964).

El municipio de Calakmul se encuentra en el sureste del estado, presenta una extensión territorial de 14,292 km<sup>2</sup>, y representa el 23.9 % del territorio estatal e integra a 145 comunidades. El clima es cálido sub húmedo (Aw1) con temperatura media anual de 28 °C y precipitación pluvial que varía de 900 a 1100 mm, manifestándose la mayor precipitación de julio a septiembre (García, 1964).

La estrategia consistió en la puesta en marcha de un servicio de Capacitación y Asistencia Técnica comprendido dentro de un Programa Integral de Capacitación (PIC), cuya estructura estuvo conformada por el Coordinador Académico (CA), el Operativo, Asistencia Técnica, y ocho Proveedores Académicos (PA), quienes brindaron el servicio de capacitación y acompañamiento a un promedio de 40 ganaderos. En el Cuadro 1 se muestran los municipios, localidades y número de ganaderos atendidos en el PIC.



Cuadro 1. Municipios, comunidades y ganaderos atendidos en el PIC.

Municipio	Nombre de la Comunidad / Localidad	Número de ganaderos
Escárcega	Lic. Adolfo López Mateos	42
	El Lechugal	23
	Altamira de Zináparo	10
	José de la Cruz Blanco	20
	Don Samuel	9
	Haro	10
	El Gallo	10
	Luna	17
	La Flor	10
	El Huiro	10
	Benito Juárez 2	10
	Ejido Guadalajara	10
	La Misteriosa	10
	Francisco I. Madero	10
	Juan de la Barrera	10
	km 74	22
	Juan Escutia	18
	Km 36	17
	Nuevo Progreso	19
Calakmul	Pablo García	30
	Constitución	11
	SUMA	328

El período de estudio comprendió de septiembre de 2013 a enero de 2014, se efectuaron 328 entrevistas, 41 en el municipio de Calakmul y 287 en Escárcega. El instrumento utilizado fue la cédula de diagnóstico inicial diseñada por la UTEP-INIFAP para ganaderos criadores de Bovinos de Doble Propósito que se encuentra disponible en la Estrategia Pecuaria elaborada por la UTEP-INIFAP (UTEP, INIFAP, 2012).

Cada PA, mediante entrevista cara a cara con los ganaderos llevó a cabo el llenado de la cedula, captura y sistematización en una base de datos prediseñada en el programa Excel. Posteriormente las ocho bases de datos fueron enviadas por los PA, vía correo electrónico al CA, quien efectuó una revisión, y de las 328 entrevistas descarto 81, por no cumplir con la información completa de las variables consideradas para el objetivo del estudio, seleccionando solo 247 para su análisis e interpretación. Una vez verificadas se procedió a integrarlas en una sola base de datos. De manera paralela se recabaron las cedulas de diagnostico para cotejar los datos capturados por los PA.

El análisis e interpretación se realizó con el apoyo del programa Excel, generando los indicadores de las variables (promedios y rangos): 1. Socioeconómicas: Género (masculino, femenino), Edad del productor (años), Escolaridad (años cursados), Tiempo de recibir asistencia técnica (años), Otras actividades económicas que realizan aparte de la ganadería (número y porcentaje), Ingreso por la actividad ganadera (única fuente 100 %; entre 51 y 99 %; menos de 50 %), dependientes menores y mayores de 18 años de edad, empleos eventuales y permanentes; familiares y externos y tenencia de la tierra (particular, ejidal, comunal) y 2. Inventarios: de semovientes, tierras, instalaciones y maquinaria y equipo.





## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Indicadores de la variable Socioeconómicas.

De las 247 cédulas seleccionadas para el análisis del estudio, 197 (79.8%) corresponden al género masculino y las 50 restantes (20.2%) al femenino, indicativo de que las unidades de producción en su mayoría están a cargo de hombres.

El promedio de edad de los productores del PIC “Altos de Lechuga SPR de RL” es de 48 años, con una escolaridad promedio de cinco años (quinto de primaria), y con dos años de recibir asistencia técnica.

Los ganaderos de las comunidades de El Lechugal, Lic. Adolfo López Mateos, Centenario, Altamira de Zináparo, Constitución y Pablo García, son productores con experiencia en el ramo ganadero con promedio de cinco años. Por otra parte, los ganaderos de las comunidades de José de la Cruz Blanco, Don Samuel, Haro, El Gallo, Luna, La Flor, El Huiro, Benito Juárez 2, Guadalajara, La Misteriosa, Francisco I. Madero, Juan de la Barrera, km 74, Juan Escutia, Km 36 y Nuevo Progreso, manejan más el sistema de Rejeguera, y por tanto, requieren de capacitación urgente para pasar al sistema de BDP.

La combinación entre grado de estudios del productor y años de recibir asistencia técnica es el claro ejemplo de la urgente necesidad del sector pecuario de recibir capacitación y acompañamiento (asistencia técnica) bajo el esquema de educación no formal (cursos, talleres, demostraciones de campo, giras de intercambio de conocimientos, etc.).

Los resultados indican que 27 (11 %) productores tienen como única fuente de ingresos a la actividad ganadera, los 220 ganaderos restantes (89%) obtienen ingresos en otras actividades secundarias, de tal manera que el 71.5 % manifestaron emplearse como trabajadores eventuales en otras actividades económicas (Jornaleros, ayudantes de albañil, otras), y el 28.5 % (62 ganaderos) mencionaron que cuentan con algún negocio particular, destacándose la tienda de abarrotes, y/o venta de antojitos y refrescos, y solamente un productor señaló ser asalariado fijo.

Respecto a dependientes económicos el promedio indica 1.34 personas por familia; de éstas, 1.19 (296) son dependientes menores de 18 años de edad, y 1.5 dependientes mayores de edad (369), entre los que destaca la esposa, hijos y padres principalmente. De los dependientes menores, el 70 % (207) participan en actividades dentro de la UP.

En cuanto al tipo de empleos generados para llevar a cabo actividades básicas orientadas a la ordeña y manejo de animales en las unidades de producción se evidenció un promedio de 0.56 (139) empleos permanentes. El promedio para empleos permanentes de tipo familiar fue de 0.42 (103), mismos que corresponden a padre e hijos. Referente a empleos eventuales externos y de tipo familiar los resultados revelaron promedios de 1.13 (279) y 0.18 (44) respectivamente, los de tipo eventual para realizar actividades para el control de malezas (chapeos, aplicación de herbicidas), y plagas (mosca pinta), guardarrayas, quemadas controladas, el tipo familiar apoyado por los hijos y sobrinos de productor quienes trabajan los fines de semana y días festivos cuando existe alguna eventualidad en la UP.

En relación al tipo de tenencia de la tierra el 72, 25 y 3 % de los ganaderos cuenta con tierras de tipo ejidal, particular y comunal respectivamente. Indicativo que a partir de la Reforma de tenencia de la tierra promulgada el 6 de enero de 1992, los ganaderos iniciaron el trámite ante el Registro Agrario Nacional (RAN), para obtener títulos de propiedad y una seguridad social en la tenencia de la tierra.



### **Indicadores de la variable Inventarios**

Respecto al inventario de semovientes, el PIC “Altos de Lechuga SPR de RL” cuenta con un total de 11,367 cabezas de ganado bovino, de las cuales 6,863 son vientres (vacas con cría, sin cría y vaquillas), mismos que conforman el 60.3 % del hato, le siguen en importancia las becerras y becerros lactantes con el 14.7 y 13.3 %. Las hembras en desarrollo conforman el 7.5 %, y los sementales y toretes el 2.8 y 1.4 % respectivamente. El número promedio de animales por productor es de 40, con un rango que va de cinco a 300 animales. La relación de número de vientres por semental promedió 21 vacas por toro, este resultado coincide con el rango normal, que establece que un toro joven (de dos a tres años de edad) debe exponerse con 20 vientres, y un toro adulto (de cuatro años o más) hasta con 35 vientres (Rivera, 1998).

Respecto al tamaño del hato en las Unidades de Producción, que se estratificó en hato pequeño, entre 5 y 35 cabezas, hato intermedio, de 36 a 99 cabezas, y hato grande, que tiene más de 100 cabezas. Se tiene que 122 son del estrato pequeño, 72 al mediano, y 53 al grande. Estos resultados indican que 122 productores pertenecen al estrato “A”, y el resto al estrato “B” del componente Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola (PROGAN, 2010).

La superficie total de las UP es de 7,451 ha, de las cuales el 87 % corresponde a praderas de temporal (6,517 ha), el 4 % para forrajes bajo riego (301 ha), y el resto para instalaciones, casa habitación, y monte. La superficie total de maíz y sorgo de temporal y riego y de forrajes de corte, asciende a 212 ha, de las cuales el 50 % corresponde a maíz y sorgo, y 50 % a forrajes de corte (King grass, Taiwán, Maralfalfa, CT-115). La superficie promedio establecida por productor es de 0.4 ha, con rango que oscilan entre 0 a 10 ha, para cultivos de temporal y de 0 a 5 ha en condiciones bajo riego. El productor utiliza el forraje de corte como insumo en la elaboración de ensilaje para la alimentación de animales en la época de estiaje.

Las instalaciones con que se cuenta en los ranchos, y que sirven para el manejo de los semovientes son, en orden de importancia, el corral de manejo con 81 % (200), le siguen bebederos y comederos con 67 % (166), y 63.5 % (157) respectivamente, el corral de retención de becerros y la manga de manejo con el 36 % cada uno y la sala de ordeña con el 26 % (65). Entre las instalaciones menos encontradas por los productores se encuentran la bodega, echaderos, silo, y parideros, con un promedio de uso de 8.1, 3.4, 2.4 y 0.8 %. El Promedio de uso del total de las instalaciones es de 32.2 %

Entre la maquinaria y equipo más utilizados para la realización de las labores culturales para el establecimiento de praderas introducidas y el manejo de los pastos naturalizados e inducidos, se encuentra la bomba de mochila con 91.5 %, para el control químico de malezas y para asperjar a los animales (control de garrapatas), le siguen el tractor con sus implementos agrícolas (arado y rastra) con 47.8%, seguido del remolque, la picadora de pasto y molino de martillos con 17, 16.6 y 12.5 % respectivamente. Entre los equipos menos utilizados para el manejo de los semovientes se encuentran la báscula ganadera, el cerco eléctrico, el termo de inseminación artificial y la ordeñadora mecánica con un promedio de uso de 13, 11, 7 y 6 % respectivamente. El Promedio de uso del total de la maquinaria y equipo es de 17.3 %.

### **CONCLUSIONES**

El sistema BDP del grupo “Altos de Lechuga SPR de RL” es manejado principalmente por productores del género masculino, con promedio de 48 años edad, y de bajo nivel educativo. La familia juega un papel importante en las actividades de la UP, disminuyendo con ello la mano de obra contratada.



La mayoría de los ganaderos, además de realizar la actividad ganadera, y para complementar sus ingresos, efectúan actividades diversas fuera de la UP.

El promedio de cabezas por ganadero es de 40, estando ligeramente por encima del estrato denominado pequeño, que va de 5 a 35 cabezas.

La alimentación de los bovinos se basa en el pastoreo directo de forrajes principalmente introducidos y bajo el régimen de temporal.

Las instalaciones utilizadas son las básicas (corral de manejo, bebederos y comederos), pocas UP cuentan con sala de ordeña; y el equipo más usado es la bomba de mochila que se utiliza para el control de malezas y baño de animales.

#### LITERATURA CITADA

- CEPAL. 1982. Economía Campesina y Agricultura Empresarial. Tipología de productores del agro mexicano. 4a Edición. Editorial. Siglo XXI, México. pp. 339-340.
- Douregani, A. 2000. Procedimiento de gestión para el desarrollo sustentable. CEPAL-SERIE. Manual N° 10. p. 153-178.
- García, M. E. 1964. Apuntes de climatología. UNAM. México.
- INEGI, 2009. Censo agrícola, ganadero y forestal. Aspectos metodológicos y principales resultados. Disponible: [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx). Consultado 23 de mayo, 2014.
- INEGI, 2010. Página web visitada en septiembre de 2012. [http:// mapserver.inegi.gob.mx](http://mapserver.inegi.gob.mx)
- Ortega. R. C. y B. R. Ochoa 2004. La población rural en México, el capital más importante de la agricultura. Claridades Agropecuarias, ASERCA. México. 134: 3-21.
- Osorio A. M. y C. J. Segura 2005. Factores que afectan la curva de lactación de vacas *Bos taurus* x *Bos indicus* en un sistema de doble propósito en el trópico húmedo de tabasco, México. Técnica Pecuaria de México. 43: 127-137.
- Pérez, P., Rojo, R., Álvarez, A., García, J. 2003. Necesidades investigación y transferencia de tecnología de la cadena de bovinos de doble propósito en el estado de Veracruz. Fundación Produce Veracruz. Colegio de Postgraduados. 170 p.
- PROGAN. 2010. Guía PROGAN para cumplir los compromisos de los beneficiarios. Secretaría de Agricultura, ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Estado de Campeche, Coordinación General de Ganadería. México, D.F. 21 p.
- Rivas L. y F. Holmann. 2002. Sistemas de doble propósito y su viabilidad en el contexto de los pequeños y medianos productores en América latina tropical. In: Curso y Simposium Internacional. Actualización en el manejo de ganado bovino de doble propósito. UNAM. Martínez de la Torre, Veracruz. México. pp. 13-53.
- Rivera MJA. 1998. Manejo General de Bovinos de Carne en el sistema Vaca Cría. Folleto para productores. Campo Experimental Chiná, Campeche. INIFAP. 24p
- Rivera M. J. y M. Lara. 2012. Marco de Referencia de la Ganadería en el estado de Campeche. 54p
- Ruiz, A., Sagarraga, L., Salas, J., Estrella, H. *et al.* 2004. Impacto del TLC en la Cadena de Valor de Bovinos para Carne. Informe Técnico. Universidad Autónoma Chapingo. México. 39 p.
- SAGARPA. 2007. Ley de desarrollo rural sustentable y reglamento. Distrito Federal, México. p. 19.
- SINIIGA, 2012. Sistema Nacional de Identificación Nacional de Ganado; en pagina web: <http://www.siniiga.org.mx/estadistica-bis.php>. Consultado 22 mayo de 2014.
- Valerio, D., García, A., Acero, R., Castaldo, A., Perea, J.M., Martos, J. 2004. Metodología para la caracterización y tipificación de sistemas ganaderos. Documento de trabajo Producción Animal y Zootecnia. Volumen 1. Departamento de Producción Animal. Universidad de Córdoba. España. 9 p.



## CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA DE SEMILLAS MEJORADAS DE MAÍZ EN VERACRUZ TRÓPICO

<sup>1</sup>Jácome M. S. M. <sup>2</sup>Sauceda H. G.

<sup>1</sup>INIFAP. Campo Experimental Cotaxtla. Apdo. Postal 429 Veracruz; Ver. Tel. 012292622232, Mail. jacome.sergio@inifap.gob.mx, <sup>2</sup>INIFAP. C.E. Cotaxtla. Mail. gervsauceda@yahoo.com.mx

T-31

### RESUMEN

La población mundial está creciendo a un ritmo muy acelerado, agravado con el cambio climático hace que los alimentos escaseen. La investigación agrícola en México debe enfocarse a solucionar esta problemática. En México el maíz representa el 39% de la superficie sembrada. Los rendimientos del cultivo son muy bajos debido a la tecnología utilizada. A nivel nacional se estima que solo el 30 % de productores siembra semillas mejoradas. El objetivo del proyecto fue identificar y caracterizar nichos de mercado de semillas mejoradas de maíz. El estudio se realizó en la zona centro del estado de Veracruz en los municipios: Cotaxtla, Soledad de Doblado, Manlio Fabio Altamirano, Paso de Ovejas y Puente Nacional. Se aplicaron 220 encuestas de un universo de 3615 productores. La muestra se enfocó a productores inscritos en el programa PROCAMPO. Los análisis de datos se realizaron mediante estadísticas descriptivas. Los resultados indicaron que el 84 % de los productores encuestados siembran semilla mejorada y el restante 16% siembran criollos blancos. Existe una brecha tecnológica de 4.5 toneladas de maíz por hectárea. Se detectó la falta de asesoría técnica. Existe una demanda potencial de semilla de maíces mejorados igual al 16% de los productores que aun siembran maíces criollos.

**Palabras clave:** Población, Demanda, Semilla, Tecnología, Maíz.

### INTRODUCCIÓN

En términos de seguridad alimentaria, se observa que la población mundial crece a un ritmo tan acelerado que los alimentos suministrados no alcanzan (CIMMYT, 2011), por lo que el fenómeno de escasez de alimentos se enmarca en un problema global inducido por el crecimiento poblacional y agravado por el fenómeno conocido como cambio climático, cuyos efectos ponen en riesgo la seguridad alimentaria de las naciones. En este sentido, la investigación es más relevante que nunca para contribuir a una mayor producción de alimentos en condiciones medioambientales cada vez más adversas.

El maíz *Zea mays* L., es el cultivo más importante en México desde el punto de vista alimentario, económico, político y social. Se siembra en más de ocho millones de hectáreas que representan el 39 % de la superficie agrícola nacional y el 63 % de la superficie sembrada con granos, contribuye con el 8 % del producto interno bruto agrícola y es el cultivo que más mano de obra ocupa. No obstante, para cubrir el consumo nacional se importaron más de 10 millones de toneladas en el 2010, lo que ubicó a este alimento en el primer lugar en las importaciones (Luna et al. 2012).

Un aspecto importante que influye en la producción de este grano básico en México es la tecnología utilizada por los agricultores, lo que determina directamente los rendimientos unitarios y dentro de la tecnología de producción, el material genético que se siembra juega un papel fundamental en la magnitud de la productividad a nivel parcela, al respecto, de acuerdo con estos últimos autores, de la superficie sembrada con maíz en México, solamente en el 30 % (2.4 millones de ha) se utiliza semilla mejorada y el 70 % de la superficie (5.6 millones de ha) es sembrada con semilla no mejorada.



Esta situación puede deberse a varios factores como: insuficiente disponibilidad de semillas mejoradas en el mercado, las semillas que están disponibles no cubren las necesidades de los agricultores de acuerdo a sus ambientes agroecológicos y sistemas de producción, deficiencias en los programas públicos y privados de mejoramiento genético, insuficiencia en los esquemas legales para generar y producir semillas genéticamente mejoradas, sistemas de distribución y comercialización deficientes de tal manera que no llegan a los demandantes, etc.

Para entender esta situación relacionada con el poco uso de semilla mejorada, es necesario tener claridad de cómo funciona el mercado actual de las semillas en México, sus características específicas, diferenciaciones, limitantes y niveles de eficiencia a través del estudio detallado de la demanda, la oferta y los procesos de distribución o comercialización que se dan en las diferentes zonas productoras.

Partiendo de la hipótesis de que en México existe una demanda potencial considerable de semillas mejoradas y una demanda actual insatisfecha bajo las condiciones prevalecientes de oferta, este trabajo estudió uno de los componentes del mercado, la demanda de los productores de maíz. Esta información sirve para identificar las inconsistencias de mercado desde el punto de vista de la demanda insatisfecha, retroalimentar a los programas de mejoramiento genético público y privado y generar recomendaciones de política agrícola orientadas a satisfacer la demanda actual y potencial de semillas mejoradas.

En nuestro país, de las casi ocho millones de hectáreas cultivadas anualmente con maíz para grano, en el 2011, se produjeron 17.6 millones de toneladas, con un rendimiento promedio nacional de 2.2 t ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2012), producción que es insuficiente para cubrir el consumo nacional que es aproximadamente de 28 millones de toneladas anuales, lo que obligó a importar este déficit principalmente de Estados Unidos de Norteamérica. Situación que no parece favorable en cuanto a perspectivas futuras, ya que el volumen de las importaciones en general tiene un comportamiento ascendente año con año; en 2005 se importaron 5.6 millones de toneladas, mientras que en 2008 se importaron 9.1 millones de toneladas, aunque para 2009 se observa una ligera baja en relación a 2008, ya que el volumen importado fue de 7.2 millones de toneladas (SIAP, 2012); sin embargo, en 2010 las importaciones fueron de casi 10 millones de toneladas (Luna et al. 2012). Este comportamiento de la producción, consumo e importaciones indica una situación de vulnerabilidad y riesgo de la soberanía y seguridad alimentaria del país.

La población en constante aumento, que en nuestro país es más de 110 millones de habitantes, demanda una mayor seguridad alimentaria y el maíz es uno de los alimentos básicos insustituible en el corto plazo en la dieta de las personas.

La política de Mas Agro pretende incrementar la producción nacional de maíz utilizando material genético de alta calidad, al respecto el SIAP (2012) reporta que en 2011 solamente se destinó a la producción de semilla mejorada de maíz en México una superficie de 3,397 hectáreas, de las cuales, se produjeron 24,721 toneladas, insuficiente para cubrir la demanda actual.

En cuanto al marco regulatorio, tanto la Ley Federal de Variedades Vegetales (D.O.F., 2012) como la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (D.O.F., 2007), se enfocan más a la regulación y normalización del lado de la oferta, es decir, la producción y comercio de las semillas, sin considerar de manera suficiente aspectos relacionados con la demanda desde el punto de vista de los productores y sus necesidades. La primera se enfoca a la protección de los derechos de obtentor de las variedades y la segunda a los procedimientos para producir las semillas. Este marco regulatorio favorece la participación del sector privado en la producción de semillas.



En la actualidad no se conoce con suficiencia las características de la demanda de semillas mejoradas, es decir, cómo quiere el productor de maíz las semillas que necesita para sembrar, en qué magnitud y precio a que está dispuesto a pagar por ellas, debido a que no existen suficientes estudios con carácter integral de la demanda, oferta y la comercialización desde el punto de vista de los actores principales, que en este caso para la demanda son los productores, considerando sus necesidades particulares, así como sus gustos y preferencias por zona de producción, es decir, no se ha tomado en cuenta de manera suficiente la opinión de los directamente involucrados en el problema respecto a sus necesidades de semillas (caracterización de la demanda) para una mejor y mayor producción, situación que se cubre con esta investigación.

El uso (la demanda) de semilla mejorada de maíz está determinado por factores agronómicos y económicos que el agricultor toma en cuenta para decidir si compra o no la semilla (López, 1993). Según este autor, entre los más importantes de estos factores se encuentran: a) la ventaja de rendimiento que la semilla mejorada o comercial ofrece sobre la semilla que el agricultor está usando; b) el precio de la semilla; c) la tasa de semilla (kg de semilla por ha); y d) el costo de oportunidad de la inversión en semilla y el riesgo de esta inversión.

Debido principalmente a la naturaleza de pequeña escala y de subsistencia de la producción de maíz en Centro América y México, la mayor parte de los agricultores usan semilla que ellos mismos producen, ya que esto elimina la necesidad de egresos monetarios. Sin embargo, puede decirse que en general la disponibilidad oportuna de semilla de alta calidad, que presenta ventajas sustanciales de rendimientos, y que se vende a precios razonables aumenta sustancialmente las posibilidades de que los agricultores compren semilla mejorada, aún los agricultores de pequeña escala.

En cuanto a la problemática del mercado de semillas en México Ayala y Schwentesius (2005), señalan que la producción de semillas mejoradas en México está en manos del sector privado, tanto nacional como internacional, que participa con el 94 % del mercado, en tanto que el sector público mantiene el 6 %. En cuanto a aspectos relacionados con la demanda, indican que el sector agrícola requiere mecanismos de seguimiento de la calidad de las semillas que se ofertan en las distintas regiones agrícolas del país, de lo contrario se seguirá siendo condescendiente de la falta de semilla que se ofrece en el mercado, con el pleno conocimiento de los órganos normativos que imposibilitados por la escasez de recursos se ven limitados para tomar medidas pertinentes para elevar la calidad de las semillas y consecuentemente la productividad agrícola.

Luna et al., (2012) realizaron un estudio sobre las perspectivas de la industria de producción de semilla de maíz en México, encontrando que la producción y utilización de semillas mejoradas de maíz se debe a las políticas que se han implementado reflejadas en la Ley de Producción y Comercio de Semillas de 1991 en la que se restringió la participación del sector público y favoreció la participación del sector privado prácticamente sin restricciones en la producción y comercio de semillas. Señalan que el 95 % de las semillas mejoradas son producidas por Monsanto y Pioneer, ante ello proponen promover la participación de pequeñas empresas productoras de semilla de maíz a escala local y regional que atiendan a productores que siembran superficies reducidas en regiones agroecológicas especiales, lo cual ampliará la superficie sembrada con semilla mejorada. Esta acción se debe articular con una dinámica agrícola (cadena de valor) que genere nuevas variedades y atienda la producción, distribución, asesoría técnica y comercialización del maíz.

## Objetivo

Identificar y caracterizar nichos de mercado de semillas mejoradas de maíz en los municipios de Cotaxtla, Manlio Fabio Altamirano, Soledad de Doblado, Paso de Ovejas y Puente Nacional del estado de Veracruz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo forma parte de tres estudios sobre la “Caracterización de la demanda de semillas mejoradas de maíz.” en los estados de Veracruz (zona tropical), Oaxaca (zona sub tropical) y México (valles altos).

Los estudios utilizaron el mismo cuestionario para recolectar información en campo con el propósito de homogeneizar los análisis y permitir la comparación y agregación de los resultados. Los investigadores de los estudios interactuaron y trabajaron en equipo para mejorar el análisis y las implicaciones de los estudios.

### 1. Descripción de la zona de estudio

El área de estudio comprende los municipios de Cotaxtla, Soledad de Doblado, y Manlio Fabio Altamirano Veracruz pertenecientes al Distrito de Desarrollo Rural 007 de Veracruz, así como los municipios de Paso de Ovejas y Puente Nacional del Distrito de Desarrollo Rural 006 de La Antigua, ubicados en la zona centro del estado.

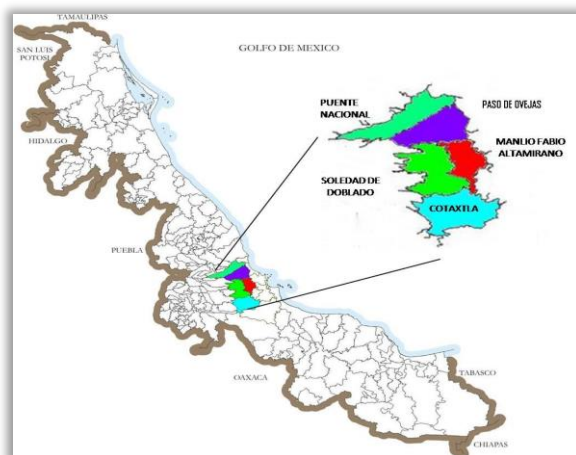


Figura 1. Área de estudio de la demanda de semilla mejorada de maíz en Veracruz Trópico.

#### Determinación de la muestra

La fórmula utilizada para determinar el tamaño de muestra con un nivel de confianza de 95% y un error de muestreo de 4.8% para la proporción del número de productores que usan semilla mejorada; y un error del 6.7% para la estimación de la proporción de la disposición a usar semilla mejorada, fue:

$$n = \frac{N\sigma^2}{(N-1)\left(\frac{\delta^2}{Z_{1-\alpha/2}^2}\right) + \sigma^2}$$

Donde:

$n$  = Tamaño de muestra

$N$  = Total de productores de maíz del listado

$Z_{1-\alpha/2}$  = Cuantil de la distribución normal que determina un nivel del 95% confianza (1.96)

$\delta$  = El límite máximo de error de estimación

$\sigma^2$  = varianza aproximada de la variable de interés



El tamaño de muestra fue de 220 encuestas de un universo de 3615 productores inscritos en el programa PROCAMPO 2012 en el área de estudio.

Se utilizó un muestreo sistemático con base en el tamaño de superficie apoyada por el PROCAMPO, se ordenó de menor a mayor con respecto a la superficie.

Cuadro 1. Distribución de encuestados en cinco municipios de Veracruz.

Municipio	Número de Ejido	Número de encuestas
Cotaxtla	8	31
Soledad de Doblado	16	45
Puente Nacional	12	43
Paso de Ovejas	17	69
Manlio Fabio Altamirano	15	32
Total	68	220

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta, 2013

En total se muestrearon 68 ejidos en cinco municipios del centro del Estado de Veracruz. Los resultados fueron analizados mediante estadísticas descriptivas: medias, frecuencias, medianas y modas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características del productor y del sistema de producción de maíz

#### Características del productor

El sexo de los productores encuestados resulto el 10% mujeres y 90% hombres.

La edad de los 220 productores encuestados, 69% están en edades entre 54 a 77 años y 10% mayores a 78 años. Juntando estos dos rangos podemos ver que el 79% son de edad avanzada y solamente 21% están en edades de 30 a 53 años. El promedio de edad es de 62 años.

La escolaridad de los productores entrevistados resulto ser: el 59% de los productores tienen primaria incompleta, 18% cuenta con la primaria completa, 13% no cuentan con escolaridad, 6% tienen estudios de secundaria completa, solo 1% tiene grado de licenciatura y el 3% restante cuenta con estudios incompletos de secundaria, preparatoria y licenciatura.

#### Sistema de producción y comercialización

El promedio de superficie por productor en estos dos municipios es de 8.66 hectáreas, siendo el 93% de tenencia ejidal y el resto de pequeña propiedad.

La superficie promedio sembrada de maíz fue de 3.5 hectáreas para el ciclo primavera-verano 2011. El 97% de los productores sembraron maíz solo y el resto lo hizo en sistema de milpa (maíz, frijol y calabaza).

El cuadro 2 nos muestra como se encuentra distribuida la superficie destinada a la producción de maíz, se puede observar que el 91% de los productores cuentan con pequeñas superficies comprendidas de menos de una a 6.5 hectáreas, el 7% de 6.5 a 10.5 hectáreas, el restante 2% siembra superficies mayores.



**Cuadro 2. Superficie destinada a la producción de maíz.**

Superficie (Ha)	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
0.5-2.5	88	40.00	40.00
2.5-4.5	85	38.64	78.64
4.5-6.5	27	12.27	90.91
6.5-8.5	9	4.09	95.00
8.5-10.5	7	3.18	98.18
10.5-12.5	3	1.36	99.55
12.5-14.5	0	0.00	99.55
14.5-16.5	1	0.45	100.00
Total	220	100.0	

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta, 2013

El objetivo de la producción fue: 89% se dedica a la venta y autoconsumo; 5% solo siembra para autoconsumo y el 6% solo siembra maíz para la venta.

Los productores obtienen desde 0.65 hasta 8.00 t ha<sup>-1</sup> de maíz por año. Siendo el promedio general de 3.5 t ha<sup>-1</sup>

El precio promedio pagado al productor fue de \$3.67 por kilogramo de maíz.

#### Semilla usada en el último ciclo

##### Nombre, tipo y fuente de las semillas que usó en el último ciclo

La figura 2 muestra que el 84% de los productores encuestados usan semilla mejorada, mientras que el restante 16% siembra criollos blancos.

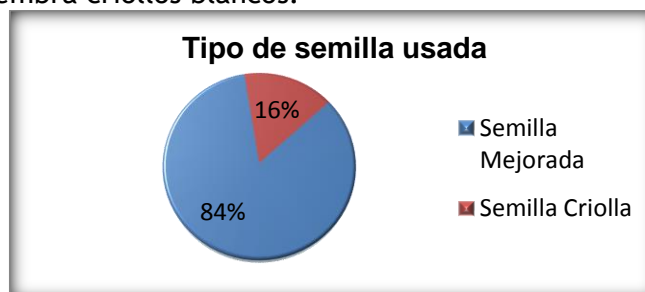


Figura. 2. Semillas utilizadas por el productor de maíz

El 28% de los productores del área de estudio están sembrando materiales liberados por el INIFAP, el 9% utiliza semillas liberadas por el Colegio de Postgraduados, mientras que el 47% usan semillas mejoradas de las diferentes empresas privadas y el 16% siembran semilla de maíces criollos.

El precio pagado varía desde \$6.00 por kilogramo hasta \$1,900.00 por bolsa de 16 kilogramos; lo que indica una variación de 6 a 119 pesos por Kilogramo.

##### Características de la semilla con mayor importancia y que necesitan mejorarse

En opinión de los productores de maíz, las características del maíz de mayor importancia para la producción; son: el rendimiento potencial, la tolerancia a la sequía y la rusticidad; con un 32%, 11% y 9%, respectivamente. Por la experiencia de los productores en el manejo de semillas mejoradas manifiestan que los buenos rendimientos que muestra este tipo de semilla es la principal característica por la que se adquiere este tipo de material.



## Percepción de los beneficios de las semillas mejoradas

### Beneficios Agronómicos

En resumen, los productores consideran en su gran mayoría, que los cultivos de semilla mejorada tienen más rendimiento (84%), con rendimientos más estables (73%), más resistentes a plagas y enfermedades (59%), ciclos vegetativos más cortos (42%).

Respecto a la resistencia a plagas el 59% está totalmente de acuerdo a que las semillas mejoradas son más resistentes a plagas de campo.

### Interés en usar semilla mejorada

El 51% ha usado algunas veces semillas mejoradas, el 43% ha usado siempre semilla mejorada, sólo el 5% de los encuestados manifiesta que su experiencia no fue satisfactoria. En relación al interés por la utilización de la semilla mejorada el 81% se encuentra muy interesado y el 19% interesado en seguir usando semilla mejorada.

## CONCLUSIONES

-La mayoría de los productores conocen la semilla mejorada que distribuyen las empresas trasnacionales, no así las semillas que producen las instituciones de gobierno.

-El agricultor conoce los beneficios que ofrecen las semillas mejoradas en cuanto a rendimientos y rentabilidad.

-La mayoría de los productores que utilizan una semilla mejorada lo hacen porque están incluidas en algún paquete financiado por algunas empresas y no porque ellos decidan qué semilla usar.

-La mayoría de productores expresaron su desacuerdo con el precio de la semilla de las compañías trasnacionales porque son demasiado altos.

-Se observó que los rendimientos promedio de los productores que utilizan semilla mejorada son relativamente bajos.

-Se infiere que si el agricultor conoce y usa semilla mejorada y sabe cómo realizar el manejo de cultivo y sus rendimientos son bajos es necesario implementar programas de financiamiento que les permita utilizar un paquete tecnológico adecuado para que las plantas expresen su potencial de rendimiento, además de la asistencia técnica.

-La demanda potencial de semillas mejoradas de maíz esta en el 16% de productores que siguen sembrando maíces criollos en la zona centro del estado de Veracruz.

## LITERATURA CITADA

Ayala G. A. V. y R. Schwentesius R. 2005. Producción y comercio de semillas en México. Revista 2000 Agro. 4p. [www.2000Agro.com.mx/agroindustria/producción-y-comercio](http://www.2000Agro.com.mx/agroindustria/producción-y-comercio).

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 2011. Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (Mas Agro). Revista Enlace, año II, No. 1. 31p.

Diario Oficial de la Federación. 2007. Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas. Poder Ejecutivo Federal, México D.F. 17p.

Diario Oficial de la Federación. 2012. Ley Federal de Variedades Vegetales. Poder Ejecutivo Federal, México D.F. 14p.

López, M. A.; Espinosa, A. 1993. Análisis Económico de la Producción y Uso de Semilla Mejorada de Maíz: El Caso de México". Documento presentado en la XXXIX Reunión Anual del PCCMCA. Marzo 28 - Abril 3. Guatemala, Guatemala. p. 21.

Luna M. B.M., M. A. Hinojosa R., O. J. Ayala G., F. Castillo G. y J. A. Mejía C. 2012. Perspectivas de desarrollo de la industria semillera de maíz en México. Revista Fitotecnia Mexicana. Vol 35(1), pp. 1-7.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2012. Estadísticas de producción de maíz, año 2011, en: <http://www.siap.gob.mx> (julio 2012).



## COMPORTAMIENTO DE VARIABLES DEL CONTEXTO NACIONAL QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE VACA EN MÉXICO

Góngora, GS\*; Velez, IA; Jolalpa, B, JL; Moctezuma, LG; Espinoza, AJ; Espinosa, GJA.

Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias \*C.E. Mococho, Km. 25 Antigua carretera Mérida-Motul C.P. 97454.Mocochá, Yuc.

T-36

### RESUMEN

El trabajo se realizó con el objeto de analizar el comportamiento de los precios de granos para la alimentación animal, la tasa de cambio peso/dólar y el volumen de producción de leche de vaca. Se analizaron estadísticas oficiales del periodo del 2001 al 2011 y 2012, de las variables mencionadas y se calcularon sus tasas de crecimiento utilizando algoritmos de tasas de crecimiento discretas y continuas para definir relaciones y medias móviles para definir tendencias. El comportamiento de la producción fue a la alza durante el período analizado. Se observó que los pronósticos para 2011, se cumplieron en un 98%, al estar 0.231 mml por debajo de lo estimado para ese año. Con base en análisis del comportamiento del precio de granos, al productor lechero le convendría ser consumidor y no productor de maíz, siempre y cuando haya la oferta de ese insumo en el mercado. En el caso del sorgo, convendría ser productor y consumidor siempre y cuando los costos de producción sean menores que su precio de mercado. El análisis de la tasa de cambio indica que en el periodo analizado, las importaciones de insumos para la producción lechera, se vieron favorecidos en términos reales, el peor año para las importaciones fue el año 2008 cuando en términos reales el valor del dólar se ubicó un 17% más que en el 2007.

**Palabras claves:** Tasas de cambio, tendencias, producción de leche

### INTRODUCCIÓN

México no está exento a los cambios generados por la globalización. Como país tomador de precios los cambios ocasionados en el contexto impactan el sistema económico mexicano. En ese sentido, el contexto entendido como el conjunto de situaciones, fenómenos o circunstancias que se combinan en momentos y lugares específicos de la historia, tienen consecuencias evidentes sobre los sucesos que ocurren dentro de sus límites espacios-temporales (ABC, 2013).

En el caso particular de la producción de leche de bovino, el comportamiento del volumen de producción, se ven influenciada por el precio de los insumos para la alimentación, principalmente el precio de granos para preparar alimentos balanceados y la tasa de cambio. El comportamiento de esas variables, la interacción entre ellas y al interior del proceso de producción de sistemas lecheros, determinan la rentabilidad y competitividad de la producción del lácteo en el país. Por lo anterior, se realizó el presente estudio con el objeto de analizar el comportamiento de dichas variables

### MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una revisión de literatura para identificar de variables del mercado nacional con influencia en la competitividad y rentabilidad de los sistemas de producción de leche en México. De estas se seleccionaron el volumen de producción de leche, el precio de granos y la tasa de cambio. Se realizó una revisión de fuentes de información y se realizó el acopio de estadísticas básicas de las variables mencionadas, durante la serie de tiempo comprendida entre el año 2001 y el último año de estadística disponible en el año que se realizó el trabajo (2013). Se Constituyo una base de datos y se analizó su tasa de crecimiento y su tendencia con base a los procedimientos siguientes:



### Tasa de crecimiento discreta

Mide el cambio relativo, el crecimiento o decremento, de la cantidad o del valor de alguna variable en el tiempo, pero esta medida supone que el movimiento se presenta una vez por período.

### Tasas de crecimiento continúa

Mide los cambios relativos que se presentan en forma instantánea, en una cantidad o en un valor de alguna variable en el tiempo, es decir el crecimiento o decremento

*Relación entre la tasa de crecimiento discreta y continua*

$$VI (1+r_d)^n = VI * e^{r_c * n}$$
$$(1+r_d)^n = e^{r_c * n}$$

Obteniendo el logaritmo natural:  $n * \ln (1+r_d) = r_c * n$

Por lo tanto;  $\ln (1+r_d) = r_c$

donde:  $\ln$  = logaritmo natural

$r_d$  = tasa de crecimiento discreta

$r_c$  = Tasa de crecimiento continua     $1$  = Factor de arrastre

Calculo de la tendencia

Representa el comportamiento predominante de la serie. Es el cambio de la media a lo largo de un período.

Método de la media móvil:

$$PM = \frac{\sum(n \text{ valores de datos más recientes})}{n}$$

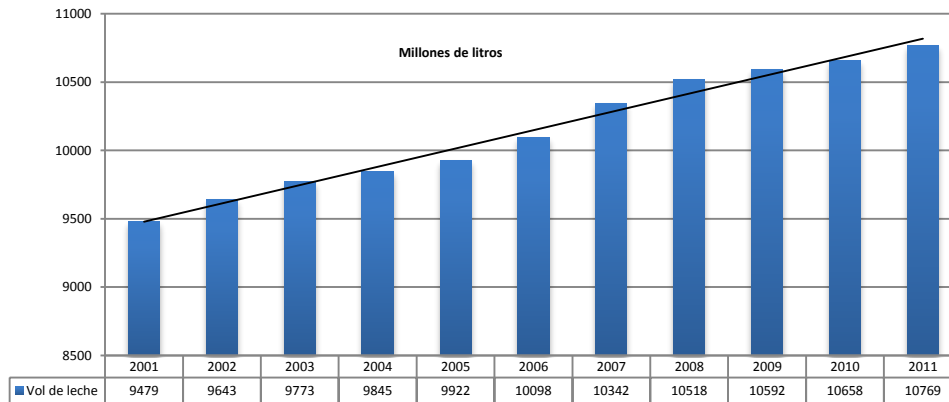
Media aritmética que toma un valor para cada momento de tiempo y no entran, en su cálculo, todas las observaciones de la muestra disponible. En general si el orden, K, es impar, las medias móviles quedan centradas y se pierden K-1 datos. Si el orden, K es par, se pierden K datos. Los cálculos se realizaron con el apoyo de la hoja de cálculo Excel, y se presentan en forma de graficas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Producción de leche

En México, la producción y abasto de leche se considera una prioridad nacional; al respecto, en un estudio de perspectivas de producción al 2020, realizado por la Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios (SFA-Sagarpa, 2011a), menciona que la producción en 2011 que se estimaba en 11 mil millones de litros (mml) de leche fluida, se incrementará en 2020 a 12.5 mml, esto debido al incremento en productividad.

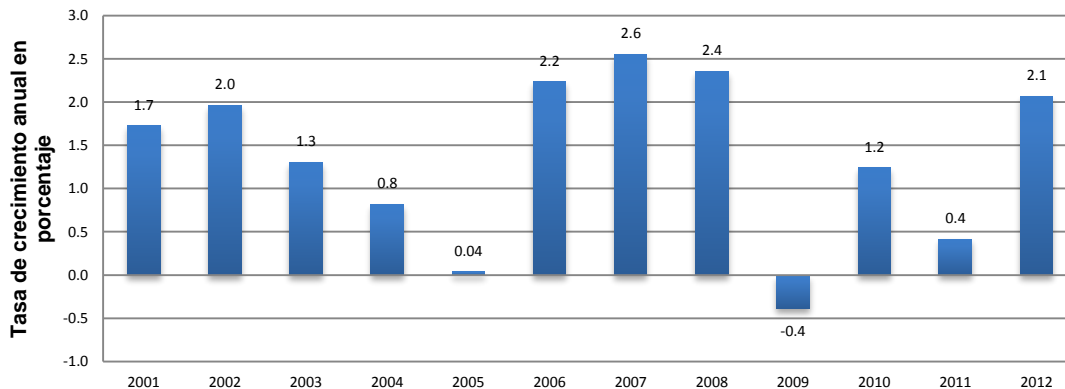
El comportamiento de la producción fue a la alza durante el período analizado (Figura 1). Se observa que los pronósticos para 2011, se cumplieron en un 98%, al estar 0.231 mml por debajo de lo estimado para ese año.



**Figura 1.** Comportamiento de la producción de leche de bovino en México (2001-2011)  
Fuente: Elaboración propia con información de Siacon-Sagarpa, 2012.

Gil (2013), citando proyecciones realizadas por el Food and Agricultural Policy and Research Institute (FAPRI), afirma que ese comportamiento permanecerá del 2013 al 2025, donde el consumo tiende a suavizarse para los países industrializados, tal es el caso de Estados Unidos o el bloque conformado por la Unión Europea, los cuales mantendrán el nivel de consumo actual de leche. En cambio, en los países en desarrollo se mostrará un aumento sostenido. El pronóstico de FAPRI indica que México, tendrá una tasa de crecimiento medio anual de 3.2 por ciento en el consumo de leche líquida.

Ese incremento se analizó a través de las tasas de crecimiento de producción, que ha tenido el país en los últimos años. En el 2001 creció en 1.7 por ciento (Figura 2), y después de leves descensos del 2003 al 2005, se recupera en el 2006 hasta el 2012 con excepción de los años 2009 y 2011.



**Figura 2.** Tasa de crecimiento anual (TCA) de la producción de leche en México (2001-2012). Fuente: Elaboración propia con información del Siacon-Sagarpa 2013.

En el año 2009, los precios internacionales de la leche se contrajeron principalmente por la caída en la demanda y el exceso de oferta. Lo anterior ocasionó que la producción de leche de bovino en el país sufriera los estragos de la crisis económica mundial, sobre todo por los altibajos del precio de la leche descremada en polvo y ocasionó que para ese año la producción nacional sufriera un decremento del 0.38 % en la producción con respecto al 2008 (CGG/SAGARPA, 2010).



Como se observa, las tasas de crecimiento anual de la producción han sido menores que los pronósticos del FAPRI, lo que implica que las importaciones para cubrir la demanda se intensificarán.

Lo anterior se confirma con las declaraciones de la CANILEC (2013), mismas que señalan que pese a que en México la producción de leche registra un crecimiento de alrededor de 2.0 por ciento anual, la oferta total no alcanza a cubrir la demanda que ha crecido alrededor del 5%. El país consume aproximadamente 16 mil millones de litros al año, de los cuales 10 mil 900 millones provienen de productores nacionales, mientras que los 5 mil 100 restantes de importaciones lo que implica que existe un déficit en el sector, de alrededor del 30 por ciento que proviene del extranjero. A pesar de ello en la The Dairy Show International 2013, celebrada en abril pasado se afirma que en los últimos 25 años, la industria lechera de nuestro país ha tenido importantes avances, desarrollos y mejoras tecnológicas, que van desde la pasteurización y envasado de la leche y sus derivados, hasta substanciales mejoras en la producción cotidiana, mediante la adopción cada vez más intensiva de la automatización y que por consiguiente, el sector lechero Mexicano cuenta con grandes posibilidades de expansión ya que según la FAO, abastecemos solo el 63% del consumo recomendado para una buena nutrición (FAO, 1999).

Lo anterior es cierto pero analizado desde el punto de vista del productor lechero innovador donde los incrementos permanentes alcanzados en los últimos 10 años en la producción de leche, ha sido consecuencia de mejoras en la tecnificación de la producción lechera, en las regiones identificadas como altamente productoras, no así en la región tropical del país donde los niveles de producción están muy por debajo de los promedios registrados en aquellas regiones donde la producción se obtiene en un sistema de producción intensivo (Funprover, 2003).

### **Precio de maíz y sorgo**

Se estima que el costo de alimentación para la producción de leche, tiene un peso del 65% en el total de costos de producción, de ese porcentaje el 40%, se le atribuye al precio de granos forrajeros (Secretaría de Economía, 2012).

Los granos utilizados en la elaboración de alimentos balanceados y concentrados usados en la producción de leche son el maíz amarillo y el sorgo. Un estudio de la SFA-Sagarpa (2011b) señala que en México se consumen aproximadamente 11 millones de toneladas de maíz, amarillo la producción de este grano representa aproximadamente el 5% de la producción nacional de maíz, por lo que el mercado es deficitario. ¿Ante la situación deficitaria de granos destinados a la alimentación animal, es atractivo para el productor lechero producir maíz y sorgo para elaborar alimento y no depender del mercado nacional y de las importaciones? Si bien eso dependerá del sistema de producción lechero, también es importante reconocer que el uso de granos, guarda una relación directa con los índices de productividad a mayor utilización de dietas a base de granos, mayor es la productividad animal.

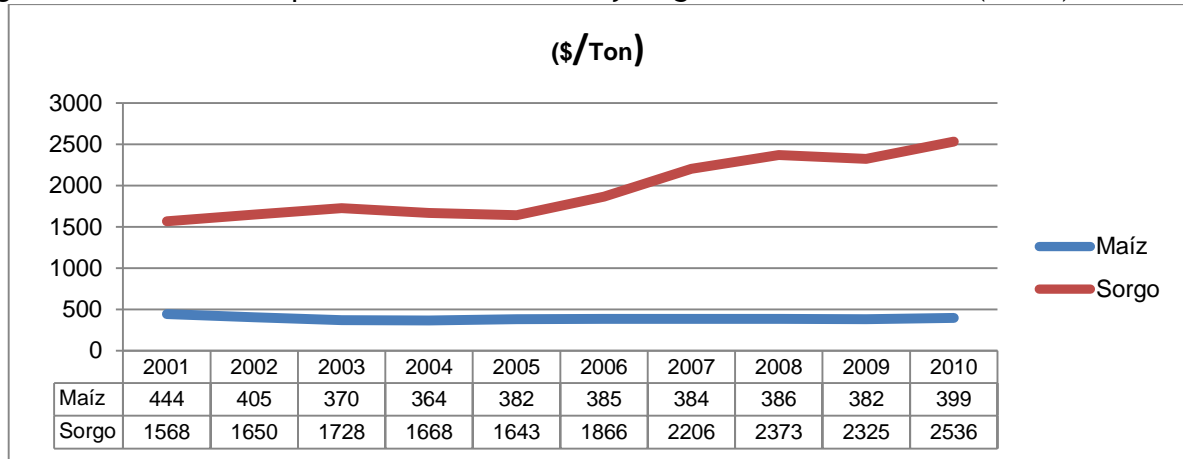
Con base en información oficial de los precios al productor de maíz forrajero y sorgo en grano, reportados por el SIAP, se analizó su tendencia. Para ello los precios nominales se deflactaron tomando como base el INPC base 2010. (INEGI, 2012).

La diferencia en el precio de estos granos es sustancial, mientras que el maíz forrajero su precio osciló entre \$364 y \$444/ton, durante el periodo 2001 -2010, con una tendencia a la baja, el sorgo para grano alcanza niveles de entre \$1568 en el 2001 hasta \$2536 en el 2010, con tendencia visibles de incremento en términos reales (Fig.3). Considerando que el país es deficitario en maíz forrajero, que es maíz amarillo, y se importan millones de toneladas, el bajo precio solo se explicaría si los precios de importación son menores que los nacionales. El sorgo por su parte,



debido a su precio, se presenta como un cultivo atractivo para el productor lechero, siempre y cuando pueda producirlos con costos por debajo del precio internacional.

Figura 3. Tendencia del precio de maíz amarillo y sorgo: Período 2001-2010 (\$/ton)

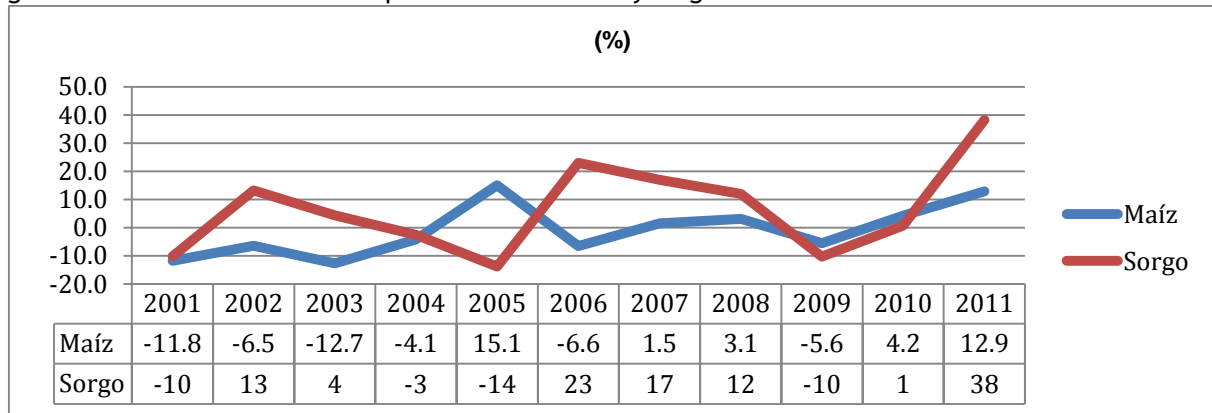


Fuente: Sistema Nacional de Información Agroalimentaria y de consulta (SIACON). Octubre del 2012. Cálculos propios utilizando medias móviles. Base 2010= 100

Si analizamos la tasa de crecimiento del precio de ambos granos, observamos que el precio real del maíz disminuyó del 2001 al 2004, pero a partir del 2007 con excepción del 2009 ha tenido tasas de crecimiento positivas, siendo el 2011 donde alcanza un máximo de 12.9% (Figura 4). El precio del sorgo por su parte, se ha incrementado en 7 de los 11 años, destacando los crecimientos obtenidos en el 2006 y 2011 con el 23 y 38% respectivamente.

Con base en análisis del comportamiento del precio de estos granos, al productor lechero le convendría ser consumidor y no productor de maíz, siempre y cuando haya la oferta de ese insumo en el mercado. En el caso del sorgo, convendría ser productor y consumidor siempre y cuando los costos de producción sean menores que su precio de mercado.

Figura 4 Tasa de crecimiento del precio real del maíz y sorgo: Período 2001-2011



Fuente: Sistema Nacional de Información Agroalimentaria y de Consulta (SIACON). Octubre del 2012. Cálculos propios

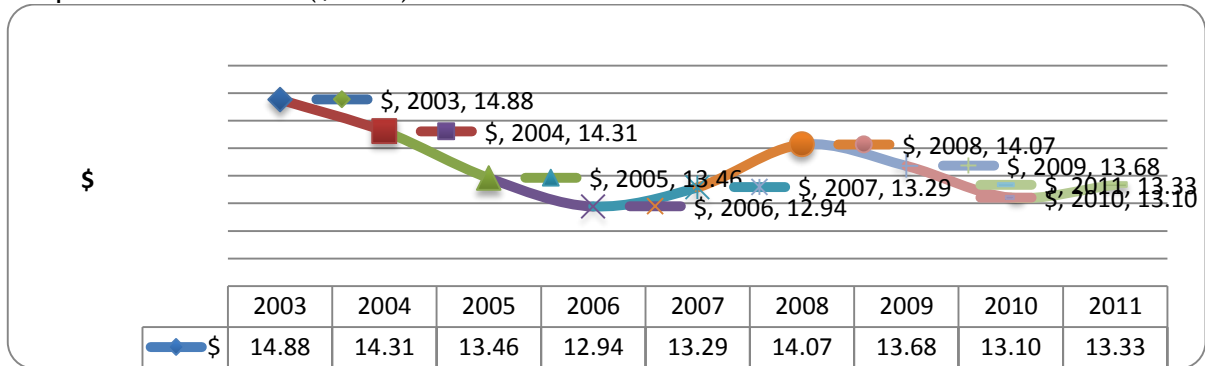
### Tasa de cambio

Los determinantes económico-financieros del tipo de cambio han sido, durante mucho tiempo, materia de un gran número de trabajos empíricos. Montoya (1988) al pronosticar el tipo de cambio en México revela que el Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores en



relación con otras variables (reservas internacionales y tasa de interés) tiene una gran incidencia en el comportamiento del tipo de cambio. En el caso particular de la producción lechera en el país, el tipo de cambio cobra importancia a raíz de que la actividad lechera es altamente dependiente de insumos de importación, principalmente insumos relacionados con la alimentación ya que se importan millones de toneladas de granos.

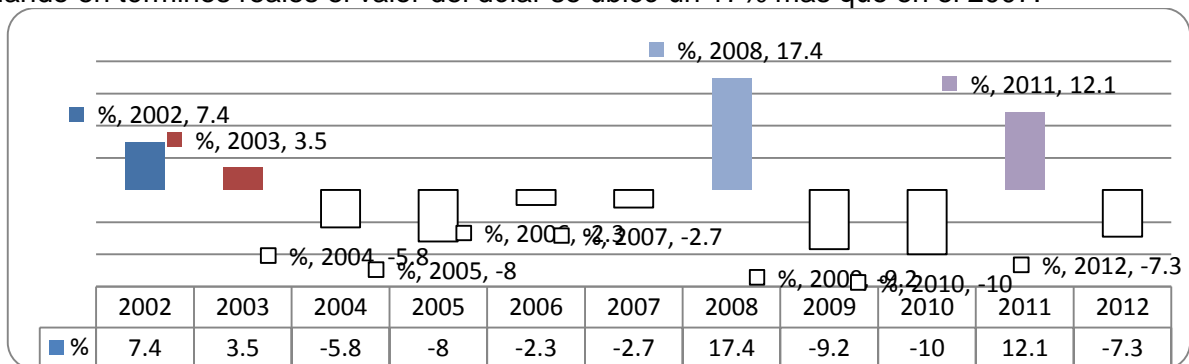
Figura 5. Tendencia de crecimiento del tipo de cambio real del peso frente al dólar americano en el período 2003-2011 (\$/USD).



Fuente: Elaboración propia con información del Banco de México 2012.

Al respecto, derivado del análisis de la gráfica 5, la tendencia de la tasa de cambio muestra un comportamiento irregular, del 2003 al 2006, dicha tendencia, es al alza, lo cual indica una depreciación del peso con relación al dólar, pero después, éste se recupera al bajar la tasa de cambio del 2007 al 2008. En el 2009 y 2010, de nuevo se tiene una depreciación misma que disminuye en el 2011. Son muchos los factores que involucran la tasa de cambio, de los más importantes, destaca es el comportamiento global de la economía de México.

El tipo de cambio por su carácter importador es sensible a su comportamiento, presentó en el periodo del 2002 al 2012, una tasa de crecimiento real a la baja en 7 de los 11 años, del período (Gráfica 6). Esto indica que esos años las importaciones de insumos para la producción lechera, se vieron favorecidos en términos reales, el peor año para las importaciones fue el año 2008 cuando en términos reales el valor del dólar se ubicó un 17% mas que en el 2007.



Fuente: Elaboración propia con información del Banco de México 2012.

Figura 6 Tasa de crecimiento del tipo de cambio Peso/Dólar americano en el período 2002-2012 (%)

## CONCLUSIONES

En el período analizado el precio real del maíz ha disminuido a diferencia de la del sorgo que se ha incrementado. Asimismo la tasa de cambio peso/dolar, presentó en el periodo del 2002 al 2012, una tasa de crecimiento real a la baja en 7 de los 11 años, lo que favorece a las





importaciones. En términos generales al productor lechero le convendría ser consumidor y no productor de maíz. En el caso del sorgo, convendría ser productor por los altos costos de la oferta de este insumo.

#### LITERATURA CITADA

- ABC. (2013). Definición de contexto. <http://www.definicionabc.com/general/contexto.php>. Consulta 18 octubre del 2013.
- CANILEC. (2013). Diario rotativo Querétaro. Producción de leche en México crece por debajo de la demanda: Canilec. <http://www.rotativo.com.mx/noticias/nacionales/economia/32161-produccion-de-leche-en-mexico-crece-por-debajo-de-la-demanda-canilec/>. Fecha consulta 24 abril 201
- CGG/Sagarpa (2010). Situación actual y perspectiva de la producción de leche de bovino en México 2010. En: Claridades agropecuarias No. 207 Noviembre del 2010.
- FAO (1999). Implicaciones de las políticas económicas en la seguridad alimentaria: Manual de capacitación. Materiales de capacitación para la planificación agrícola 40. Roma 1999
- Gil C. X. (2013). Leche, perspectivas en el entorno internacional. EL ECONOMISTA.MX. <http://eleconomista.com.mx/columnas/agro-negocios/2013/04/08/leche-perspectivas-entorno-internacional>. Consulta 2 de mayo del 2013
- INEGI (2012). Índice Nacional de precios al consumidor y sus componentes. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México D.F
- MONTOYA Z. L. E. (1988), Simulación y pronóstico del tipo de cambio en México y la viabilidad del establecimiento de un consejo monetario, Tesis de maestría, inédita, FCA-UNAM
- Secretaría de Economía. 2012. Análisis del sector lácteo en México. Dirección General de Industrias básicas. México D.F. Marzo del 2012. 29 p
- SIACON-SAGARPA (2013). Sistema Nacional de Información Agroalimentaria y pesquera-Sagarpa. Consulta. Base de datos 1980-2012. México D.F. Consulta abril 2013.



## RENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN EN VIVERO DE PLANTAS HÍBRIDAS DE COCOTERO

Domínguez C. E<sup>1\*</sup>, Domínguez O. S.<sup>E2</sup>, Domínguez O.R.<sup>F3</sup>.

<sup>1\*</sup>Campo Experimental Huimanguillo INIFAP; <sup>2</sup>CEO d&d Global Service S. C.

<sup>3</sup>Estudiante Universidad Autónoma Chapingo

T-118

### RESUMEN

Con el objetivo de determinar la rentabilidad de producir plantas híbridas de cocotero en vivero, se utilizó el paquete tecnológico, para dicho fin, que recomienda el INIFAP y con el método de análisis financiero propuesto por la Financiera Nacional, se determinó la rentabilidad, utilizando los indicadores económicos más significativos que son Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Neto (VPN), Índice de Rentabilidad de la Inversión (IR), Anualidad Equivalente (AE) y la Relación B/C, dichos indicadores se realizaron al aplicar la metodología de Free Cash Flow For The Firm, "FCFF" (Flujo de efectivo libre de la empresa). Los resultados obtenidos muestran valores del VAN de \$ 3, 994,966.5, una TIR de 42.7 % un IR de 2.3 un AE de \$ 2, 291,418.2 y una relación B/C de 2.03. Lo que indica que producir plantas de cocotero híbrido, es una actividad rentable y segura, ya que su valor presente es positivo en dos años y es de casi 4 millones de pesos, con TIR positiva y casi 4 veces por arriba del costo del capital. El IR de la inversión es positivo y mayor que 2, lo que quiere decir que la inversión realizada en términos generales rinde por arriba de su monto.

**Palabras Clave:** Cocotero, TIR, VPN, IR, AE, Inversión.

SUMMARY. In order to determine the hybrid coconut plants production profitability, was used the technology package, for this purpose, which recommends INIFAP and was used the financial analysis method proposed by the National Financier; the profitability was determined using the most significant economic indicators, as they are the Internal rate of return (IRR), Net Present Value (NPV), Return on Investment (ROI), Annuity Equivalent (AE) and the ratio B / C, these will be made in applying the methodology of Free Cash Flow for The firm, "FCFF". The results show values of NPV of \$ 3,994,966.5, an IRR of 42.7% and ROI of 2.3 an AE of \$ 2,291,418.2 and B/C ratio of 2.03. These ones, show that hybrid coconut plants production, is a profitable activity because its Net Present Value is positive in two years and is nearly 4 million, with positive IRR and almost 4 times above the cost of capital. The ROI of the investment is positive and greater than 2, which means that investment generally pays above amount.

Keywords: Coconut, IRR, NPV, ROI, AE, Investment.

### INTRODUCCIÓN

El cocotero es de las palmeras más cultivadas en el mundo, ya que actualmente es una de las principales especies productoras de aceite vegetal (Granados y López, 2002). Este cultivo presenta una serie de problemas, entre los que destacan las plagas y enfermedades, principalmente el Amarillamiento Letal del Cocotero (ALC), que ha desalentado a los productores de coco a seguir cultivando esta especie ocasionando una disminución en la superficie cultivada de cocotero en el país, lo cual ha repercutido negativamente en toda la cadena de producción y comercialización del mismo, desde los productores hasta la industria, turismo y todas las involucradas, además de un daño ambiental que se ha generado (Domínguez y Castillo 2008).



Desde 1981 se sugirió que la única forma rentable para enfrentar el ALC era el uso de híbridos resistentes a la enfermedad (Domínguez y Castillo 2008). El híbrido Chactemal combina la resistencia al ALC del Enano Malayo y número elevado de frutos por racimo, con la rusticidad y tamaño de los frutos de la Variedad Felicitos (Castillo *et al.* 2004).

Desde 1990 se han producido en México híbridos en forma masiva, y se establecieron en plantaciones comerciales desde 1996 en el Sureste de México y en la costa del Pacífico. La producción de híbridos se inició con el establecimiento de por lo menos 10 Campos de Producción de Semilla, distribuidos en diferentes estados del país. Campos que actualmente no existen, no operan adecuadamente o están inactivos (Domínguez, 2009).

La producción de híbridos de cocotero, implica una serie de actividades que llevan un costo muy elevado y constante, desde el establecimiento del Campo de Producción de Semilla, hasta las actividades propias de la producción del híbrido, lo que ha ocasionado que los campos de producción de semilla establecidos por las dependencias oficiales, no alcancen a cumplir los objetivos. Por otro lado, la iniciativa privada no ha incursionado en forma agresiva en esta importante actividad, la principal causa, es el desconocimiento de la rentabilidad de la inversión en esta (Domínguez, 2009). A nivel nacional, solo existe una empresa invirtiendo en la producción de híbridos con mucho éxito desde el punto de vista económico y productivo, siendo esta empresa la principal fuente de abastecimiento de semilla híbrida en el País, y que solo alcanza a cubrir cerca del 10% de las necesidades de este material; lo que ha ocasionado ante este déficit que otros viveros estén produciendo y entregando de manera irresponsable a los productores material de cocotero que no reúne los requisitos para reactivar la industria del cocotero en México.

Por lo anterior se realizó el presente estudio para determinar la rentabilidad financiera de la actividad de producción de híbridos, para que los inversionistas puedan observar la conveniencia de invertir en esta importante actividad que es el pilar para el desarrollo sustentable del cocotero en México.

### **Objetivo**

Determinar la rentabilidad de producir plantas híbridas de cocotero en vivero con las recomendaciones y costos que propone el INIFAP.

### **METODOLOGIA**

Para la realización de este trabajo se tomó de base el Paquete Tecnológico propuesto por el INIFAP para la producción de híbridos de cocotero en vivero, el cual se aplica en la empresa, Hacienda Campo Real y Anexos en la Ranchería Zaragoza Primera Sección de Comalcalco, Tabasco; con la información obtenida en la empresa y utilizando el método de análisis financiero propuesto por la Financiera Nacional, se determinó la rentabilidad mediante el uso de los indicadores económicos más significativos que son Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Neto (VPN), Índice de Rentabilidad de la Inversión (IR), Anualidad Equivalente (AE) y la Relación B/C, dichos indicadores se realizaron al aplicar la metodología de Free Cash Flow For The Firm, "FCFF" (Flujo de efectivo libre de la empresa) después de obtener los valores anuales en el estado de resultados en un periodo de 2 años que es el periodo de obtención de cuando menos la cantidad mínima para sembrar 2000 has que se pueden vender fácilmente a un Estado como Tabasco.

Además se le aplicó un análisis de sensibilidad donde se presentan diferentes escenarios adversos aplicados a los diferentes indicadores financieros para determinar si el negocio de



producción de plantas híbridas sigue siendo rentable aun cuando existan situaciones desfavorables, en nuestro caso se realizó mediante Value Drivers (Variables de conducción de valor) los escenarios aplicados fueron los siguientes, se aplicó un factor de disminución del ingreso que va desde el 5 al 12.5 %, un aumento en costos que va desde el 5 hasta el 12.5 %, se realizó una disminución del costo de capital desde el -1 hasta un aumento del 2 %, y un robusto donde se aplicó una disminución del 10 % en los ingresos y un aumento en los costos del 10 %.

Para el cálculo del costo de capital se utilizó la metodología de obtención del Weighted average cost of capital (WACC, Costo medio ponderado del Capital) considerando al costo de accionistas (Equity), el costo del subsidio y el costo del crédito. El costo del accionista se calculó utilizando el riesgo de la inversión y del País, y se le aplicó la fórmula de la paridad de tasas para obtener dicho costo, el costo de subsidio se tomó como una tasa bancaria al igual que el crédito, pero este último al costo de la tasa de la Financiera Nacional.

Para el cálculo de una supuesta amortización de crédito se utilizó la metodología de la Financiera Nacional, al calcular intereses mensuales. Esta metodología usada comúnmente para realizar los análisis financieros es muy precisa cuando se realiza este tipo de estudios económicos, por lo cual es recomendada al momento de tomar decisiones de inversión.

## RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se muestran los resultados del análisis financiero a la producción de plantas de cocotero híbrido en vivero, como primer punto se muestra el costo del paquete tecnológico donde se muestran los costos de las actividades realizadas, actualizados a precios del 2014

Cuadro 1. Costo del Paquete tecnológico producción de plantas coco híbrido

Plantas		Costo por 4,796			Costo por 300,000	
Conceptos de inversión	Unidad de medida	Cant.	Costo unitario	Costo Total (\$/4796 plantas)	Cant.	Costo total (\$/300 mil plantas)
Preparación del terreno				\$ 2,600.0		\$ 162,839.2
Limpia del terreno	Jornal	13	\$ 200.00	\$ 2,600.0	814	\$ 162,839.2
SEMILLA				\$ 29,437.2		\$ 12,319,525
Compra de semilla	Pieza	8132	\$ 30.00	\$ 20,330.0	301000	\$ 11,749,136.7
Tratamiento nueces germinadas para embolsado	Pieza	5692	\$ 1.60	\$ 9,107.2	356493	\$ 570,388.3
Cosecha, traslado y almacigo				\$12,764.4		\$ 736,534.4
Acopio, Traslado y almacenado	Jornal	36	\$ 200.00	\$ 7,200.0	2255	\$ 450,939.5
Adquisición combustible	L	120	\$ 8.37	\$ 1,004.4	7516	
Adquisición de tierra	m <sup>3</sup>	24	\$ 190.00	\$ 4,560.0	1503	\$ 285,594.99
MANTENIMIENTO DE PLANTULAS ALMÁCIGO				\$ 8,300.0		\$ 519,832.99



XXVI REUNIÓN CIENTÍFICA-TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2014 Y III SIMPOSIO INTERNACIONAL EN  
PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA TROPICAL, 6 Y 7 DE NOVIEMBRE, VILLAHERMOSA, TABASCO, MÉXICO

Adquisición insecticidas	L	2	\$ 150.00	\$ 300.0	125	\$ 18,789.14
Adquisición fungicida	Kg	2	\$ 400.00	\$ 800.0	125	\$ 50,104.38
Aplicación riego y agroquímicos	Jornal	36	\$ 200.00	\$ 7,200.0	2255	\$ 450,939.46
ENVIVERADO PLANTULAS				\$ 49,860.0		\$ 3,122,755.74
Extracción embolsado	y Jornal	72	\$ 200.00	\$ 14,400.0	4509	\$ 901,878.91
Tierra y material mejora estructura	m <sup>3</sup>	54	\$ 190.00	\$ 10,260.0	3382	\$ 642,588.73
Bolsa calibre 400 perforada 35x35 cm	Kg	360	\$ 70.00	\$ 25,200.0	22547	\$ 1,578,288.10
MANTENIMIENTO PLÁNTULAS VIVERO				\$ 8,375.0		\$ 524,530.27
Adquisición insecticidas	L	2.5	\$ 150.00	\$ 375.0	157	\$ 23,486.43
Adquisición fungicidas	Kg	2	\$ 400.00	\$ 800.0	125	\$ 50,104.38
Aplicación agroquímicos	Jornal	36	\$ 200.00	\$ 7,200.0	2255	\$ 450,939.46
FERTILIZACIÓN				\$ 6,748.0		\$ 422,630.48
Adquisición fertilizante	Kg	429	\$ 12.00	\$ 5,148.0	26868	\$ 322,421.71
Aplicación fertilizante	Jornal	8	\$ 200.00	\$ 1,600.0	501	\$ 100,208.77
CONTROL FITOSANITARIO				\$ 10,633.0		\$ 678,037.58
Adquisición insecticidas	L	9	\$ 450.00	\$ 4,050.0	564	\$ 253,653.44
Adquisición fungicida	Kg	4	\$ 400.00	\$ 1,600.0	251	\$ 100,208.77
Aplicación fungicida+insecticida	Jornal	18	\$ 200.00	\$ 3,600.0	1127	\$ 225,469.73
Adquisición trampas "PET"	Trampa	2	\$ 3.50	\$ 7.0	125	\$ 12,526.1
Adquisición feromona	Sobre	7	\$ 80.00	\$ 560.0	438	\$ 35,073.1
Adquisición atrayente natural	Kg	12	\$ 18.00	\$ 216.0	752	\$ 13,528.2
Colocación de trampa y cambio de atrayente	Jornal	3	\$ 200.00	\$ 600.0	188	\$ 37,578.3
LABORES CULTURALES				\$ 157,063.0		\$ 1,613,314.2
Riego pesado (incluye, equipo operación y energía)	Servicio	1	\$ 120,000.00	\$ 120,000.0	24	\$ 452,771.4
Adquisición herbicidas	L	15	\$ 250.00	\$ 3,750.0	939	\$ 234,864.3



Aplicación herbicidas	Jornal	23	\$ 200.00	\$ 4,600.0	1441	\$ 288,100.2
Chapeo	Jornal	20	\$ 200.00	\$ 4,000.0	1253	\$ 250,521.9
Cajeteo	Jornal	8	\$ 200.00	\$ 1,600.0	501	\$ 100,208.8
Poda	Jornal	15	\$ 200.00	\$ 3,000.0	939	\$ 187,891.4
Adquisición de cal	Kg	38	\$ 2.00	\$ 76.0	2380	\$ 23,799.6
Aplicación de cal	Jornal	6	\$ 200.00	\$ 1,200.0	376	\$ 75,156.6
Asesoría técnica especializada y administración	Servicio	1	\$ 18,837.00	\$ 18,837.0	63	\$ 0.00
Costo total				\$ 332,780.6		\$ 20,100,000.0

### Resumen de inversiones

En el caso más común es que el Gobierno aporte una parte para el desarrollo del vivero (Mientras sea certificado), se otorgue una parte del crédito y lo demás lo aporte el empresario como se muestra a continuación.

Cuadro 2. Distribución teórica de la participación de capital.

Posible Apoyo	6,030,000
Crédito	6,432,000
Socios	7,638,000
Suma	20,100,000

### Evaluación financiera

De acuerdo con los valores obtenidos de los indicadores de la evaluación financiera, el proyecto es rentable, ya que su valor presente es positivo en dos años y es de casi 4 millones de pesos, además de que la tasa interna de retorno es positiva y en términos generales casi es de 4 veces por arriba del costo del capital, lo que quiere decir que en términos generales la inversión vale más que si el dinero se tuviera en el banco o se diera a préstamo 4 veces más, por lo que representa una alternativa de negocio. El índice de rentabilidad de la inversión es positivo y mayor que 1, lo que quiere decir que la inversión realizada en términos generales rinde por arriba de su monto, lo cual es favorable. Además de que la Anualidad Equivalente que es un indicador que determina en términos nominales cuanto estaré recibiendo líquidamente en promedio por año mientras dure el negocio, es de más de 2 millones de pesos. Al conjuntar la decisión de todas estas variables financieras se determina que en términos generales la inversión es segura al momento de tomar la determinación de invertir en la producción de híbridos en vivero.



**Cuadro 3. Flujo de efectivo**

Tasa de rentabilidad financiera	año 0	año 1	año 2
Utilidad Neta	0	4,718,947	8,814,579
Inversiones propias	- 0	7,638,000	0
Flujo de Efectivo	-	7,638,000	8,814,579
Factor de Actualización (WACC)	11.46%		

WACC = Weighted average cost of capital

**Cuadro 4.- Indicadores económicos obtenidos**

Concepto	Valor
VAN	\$ 3,994,966.47
TIR	42.67%
IR	2.31
AE	\$ 2,291,418.22
Relación B/C	2.03

Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Neto (VPN), Índice de Rentabilidad de la Inversión (IR), Anualidad Equivalente (AE), Relación B/C,

#### **Análisis de sensibilidad**

**Cuadro 5. Valores de los indicadores económicos, ante el análisis de sensibilidad**

Variable	Valor del Proyecto (Análisis de Sensibilidad)				
	VPN	TIR	IR	AE	B/C
Mínimo	\$ 93,107.27	13%	1.85	\$ 54,874.31	1.66
Media	\$ 2,774,285.47	33%	2.17	\$ 1,595,555.83	1.90
Máximo	\$ 4,163,320.44	43%	2.35	\$ 2,357,091.69	2.03

El análisis de sensibilidad, para observar la respuesta financiera del proyecto ante cambios imprevistos, se realizó, con base en los supuestos mencionados anteriormente, que son, las variables de ingreso, egreso y costo del capital, ya que los proyectos pueden estar afectados y ser cambiantes a razón del movimiento en el mercado; sin embargo en este proyecto de producción de plantas, la rentabilidad es tan buena que ante cambios en las variables, la rentabilidad se mantiene llegando hasta un mínimo supuesto de 13%, que aún sigue siendo mejor tasa que la que ofrece el banco, es por ello que aún con un análisis robusto de sensibilidad el proyecto se mantiene estable financieramente.

#### **Capacidad de Pago**

Como se consideró un supuesto financiamiento dentro del proyecto, que se determinó, ya que económicamente es mucho más viable y barato solicitar un préstamo que no hacerlo, se consideró la capacidad de pago del proyecto, determinándose que la capacidad del mismo es adecuada para cumplir con los compromisos financieros del mismo como se muestra a continuación.



Cuadro 6. Análisis de la capacidad de pago

Utilidad después de impuestos	-	5,169,187	9,017,187
Amortizaciones			
Crédito avío plantas		4,952,640	2,132,208
Capital		4,502,400	1,929,600
Intereses	9.66%	450,240	202,608
Total amortizaciones	-	4,952,640	2,132,208
Saldo después de amortizaciones	-	216,547	6,884,979
Otros ingresos	-		
Saldo	-	216,547	6,884,979
Capacidad de pago		1.04	4.23
Punto de equilibrio	%	93.60%	23.33%

### Programa de Ventas

Cuadro 7.- Programación de ventas de plantas producidas

Concepto	Medida	Año 0	Año 1	Año 2
Precio venta ponderado	\$ 95.00			
Producción			110,000	190,000
Plantas de cocotero	Numero		110,000	190,000
Ingresos por ventas				
Plantas de cocotero	Numero		10,450,000	18,050,000
Ingresos total		-	10,450,000	18,050,000

### Flujo de Efectivo libre de la Empresa

Para poder calcular los indicadores financieros se calculó primeramente el flujo de efectivo, es por ello que se usa la metodología de FCFE (Free Cash Flow for the Firm), donde considera los ingresos, los costos, los gastos financieros y los impuestos como se muestra a continuación, determinándose la utilidad después de impuestos y después de las reinversiones en capital fijo.





Cuadro 8. Estado de resultados

Concepto	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2
Ingresos por ventas	0	10,450,000	18,050,000
Costos de producción	0	5,159,000	8,911,000
(-) Depreciación			
Utilidad de operación (EBIT)	0	5,291,000	9,139,000
Gastos Financieros	0	450,240	202,608
(+) Depreciación	0	0	0
Utilidad antes de impuesto (EBITA)	0	4,840,760	8,936,392
Impuestos		121,813	121,813
Utilidad después de impuesto	0	4,718,947	8,814,579
CAPEX			
FCFF	0	4,718,947	8,814,579

EBIT (Ganancias antes de interés e Impuestos)

EBITA (Ganancias Antes de interés, Impuestos y amortización)

CAPEX (Inversiones en bienes de capital o activos)

FCFF (Flujo de Efectivo Libre de la Empresa)

## CONCLUSIÓN

Al realizarse el proyecto mediante esta metodología se determinó en base a los resultados y los valores de los indicadores financieros, que invertir en la producción de híbridos de cocotero en vivero aplicando las recomendaciones y costos que propone el INIFAP es altamente rentable, aun cuando se le aplican supuestos de sensibilidad robustos. Es por ello que el INIFAP recomienda que los inversionistas privados inviertan sus recursos en la producción de materiales mejorados como el híbrido ya que aparte de ser un negocio rentable, se contribuye al rescate del cultivo de cocotero en el País, que a su vez impacta en la reducción de las importaciones de aceite y la reducción de la fuga de capitales y en un futuro aporta positivamente al superávit de la balanza comercial en el País, indicadores que nos interesan a todos como mexicanos que deseamos un País mejor económicamente; aparte de que se generaran empleos que evitarán inflación ya que la actividad de producción de híbridos y sus productos y subproductos, es una actividad productiva más que de meramente social, lo que aporta para mantener la estabilidad financiera en el País.

## LITERATURA CITADA

- Castillo G.R.A.; Domínguez C.E. y Ruiz B.P. 2004. Híbridos del Cocotero Resistentes al Amarillamiento Letal. INIFAP. CIRFOC. Campo Experimental Huimanguillo. Folleto Técnico Núm. 40 Tabasco, México. 20 p.
- E. Domínguez C.; P. Ruíz B.; J.I. López A. y R. Castillo G. 1999. El cocotero *Cocus nucifera* L. manual para producirlo en México, INIFAP, Campo Experimental Huimanguillo. Folleto Núm. XX Tabasco, México. 131p.
- D. Granados Sánchez, G.F. López Ríos. 2002. Manejo de la Palma de Coco (*Cocus nucifera* L.) en México. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente, enero-junio, año/vol. 8, número 001. Universidad Autónoma Chapingo, México. Pp.39–48
- Domínguez C.E, 2009. La problemática de la producción de híbridos de cocotero tolerantes al amarillamiento letal. Conferencia magistral. Memorias de XXII Reunión Científica Tecnológica Forestal y Agropecuaria. Veracruz 2009.
- Domínguez C., E.; J.I. López y P. Ruíz. 1994. Evaluación preliminar del híbrido de cocotero malayo enano por alto de Lázaro Cárdenas, en Tabasco. En: Séptima Reunión Científica Forestal y Agropecuaria. SAGAR-INIFAP-CIRGOC-CEHUI. Villahermosa, Tab. p. 14-16.



## SEGUNDA EVALUACIÓN DEL GRUPO GANADERO PRODUCTOR DE CARNE “EL ESFUERZO”, EN QUINTANA ROO, MÉXICO.

Cabrera T. E. J.\*<sup>1</sup>, Anguiano A.A.<sup>2</sup>, Sosa R. E. E.<sup>1</sup>, Zavaleta C. M. C.<sup>1</sup>, Góngora P. R. D.<sup>1</sup> y Pérez R. J. D.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Km 25 carretera Chetumal-Bacalar. Othón P. Blanco. Quintana Roo. México. Telfax: (52) 983 83 2 01 67. 2.- Despacho Soluciones al Campo, E- mail: eduardocabrera@hotmail.com

T-40

### RESUMEN

La ganadería en el estado de Quintana Roo, México, se considera incipiente y con bajo grado tecnológico, por lo que se debe poner énfasis en los eslabones más delgados y sensibles, que es donde se concentran los productores del estado. “El Esfuerzo” esta integrado por tres ejidos pertenecientes al Municipio de Bacalar se dedica a la ganadería de carne en el sistema extensivo a base de pastoreo, se integró con el modelo Grupo Ganadero de Validación y Transferencia de Tecnología (GGAVATT) y la estrategia de seguimiento y evaluación diseñado por la Unidad Técnica Especializada Pecuaria del INIFAP en mayo de 2011. Los objetivos fueron el desarrollo de la ganadería y de sus productores mediante la implementación de tecnologías a adoptar, y de gestión de apoyos y financiamiento con instancias gubernamentales y no gubernamentales para desarrollar una ganadería competitiva. Esta integrado por 22 productores, con 1,550 animales. Se impartió capacitación y asistencia técnica en temas de registros, ajustes de carga animal, suplementación mineral, forraje de corte y su conservación. La edad de los productores oscila entre los 34 y 74 años de edad, con un promedio de 51 años. De los cuales 90 % saben leer y escribir, y 10 % no, el 50 % cursaron primaria, 27 % secundaria, y el 23 % no tuvo preparación escolar. La composición de los hatos es la siguiente: vientres con más del 50 %, becerros 13 % y vaquillas 11 % de las 1,550 cabezas existentes. La problemática detectada fue: alta extracción de becerros destetados sin dejar el porcentaje adecuado de vaquillas de reemplazo, poca disponibilidad y mala calidad de agua, falta de forraje en época de sequía, desorganización entre los productores, mal manejo de praderas, mala calidad genética y problemas reproductivos. Los resultados obtenidos en un año de trabajo son: 100 % de los socios identifica sus animales y dan seguimiento de los registros económicos y técnicos de las UPP. El 90 % de los socios utilizan sales minerales. El 45 % conserva forraje mediante silos, como una manera de alimentar a los animales en época de estiaje y mejorar su condición corporal y fertilidad. El 64 % sembraron forraje de corte. El 50 % realizara el ajuste de carga animal. El 50 % realizan el diagnóstico de gestación, el 100 % cuenta con programa de desparasitación y vacunación.

**Palabras clave:** Ganado de carne, evaluación, GGAVATT

### INTRODUCCIÓN

La base principal del presente trabajo fue el de apoyar el desarrollo de la ganadería y de sus productores mediante la implementación de tecnologías a adoptar, de igual modo busca las formas o maneras de gestionar apoyos de financiamiento con instancias gubernamentales y no gubernamentales para desarrollar una ganadería competitiva. Una de las estrategias es la de identificar grupos, zonas, cuencas con potencial ganadero en los productos carne. Con el fin de que se organicen, ya sea en grupos familiares o de vecinos ganaderos, para poder hacer frente a la problemática que enfrenta la ganadería en general, como es el caso del Grupo Ganadero El Esfuerzo.



En Quintana Roo es urgente mejorar los índices de productividad y competencia, en un ambiente de sustentabilidad en las actividades ganaderas muy a pesar de los fuertes cambios que ha sufrido en los últimos años, cambios que han provocado la baja producción o pérdida de sus animales. Sin embargo tradicionalmente esta actividad ha sido deficitaria del manejo en general que se le proporciona a sus unidades de producción y sus tiempos adecuados para dichos manejos.

La ganadería en Estado de Quintana Roo a nivel nacional, se considera incipiente y con bajo grado tecnológico, por lo que, para lograr un óptimo desarrollo hay que poner énfasis en los eslabones más delgados y sensibles, que es donde se concentran los productores del estado, para lograr mejores condiciones para competir contra los productos importados, así como, lograr producir a precios competitivos en un mercado internacional y nacional cada vez más exigente y preocupado por su salud, debido a la frecuente aparición de enfermedades que limitan su comercio y su consumo.

Este documento presenta la información generada y realizada durante el servicio de capacitación y asistencia técnica, tomando en consideración las deficiencias que presenta la ganadería en el sistema extensivo a base de pastoreo, se realizaron capacitaciones a manera de que los ganaderos sean más productivos y conozcan la importancia de dicha actividad, también se realizaron las actividades y trabajos de campo, en dos años de trabajo.

### **Objetivos**

El presente tiene el objetivo de incrementar la producción, productividad y rentabilidad de las unidades de producción rural mediante la asistencia técnica y capacitación a los productores de los ejidos de Rio Verde, Miguel Alemán, 18 de Marzo y Zamora, con el fin de mejorar la calidad de vida de los productores y sus familias y con ello y fomentar la cultura organizacional.

### **Metas**

Entre los alcances se mencionan las siguientes acciones por realizar y las metas por lograr:

- Solicitudes elaboradas para gestionar en instituciones de apoyo, para financiamientos de proyectos de los socios del grupo de trabajo.
- Lograr que el 100% de los integrantes manejen los registros de producción y económicos.
- Lograr que al menos el 45% de los integrantes usen las sales minerales y promocionar el uso de bloques nutricionales, que el 45% use la conservación de forraje con silos como una manera de alimentar a los animales en época de estiaje y mejorar su condición corporal y fertilidad.
- Lograr que al menos el 64% de los integrantes siembren una parcela demostrativa de forraje de corte y que sirva como banco de germoplasma para su distribución, cuando existan las condiciones y recursos necesarios para el trasplante, y con ello mejorar la disponibilidad de materia seca y facilitar la conservación de forraje para la época de sequía.
- Que el 50% de los ganaderos realice el diagnóstico de gestación de sus vientres.
- Al 50% se le calcule y ajuste su carga animal, así como el uso de herbicidas y siembra de leguminosas-leucaena en sus potreros.
- Que al 100% se le realice un programa/calendario de desparasitación y vacunación.
- Realizar al menos 1 taller de capacitación para fomentar la organización con el grupo de trabajo y sea una acción palpable al interior de las comunidades, como una manera de transferir conocimientos, toma decisiones, además de concientizar la importancia de estar organizados como figuras jurídicas y para las acciones a ejecutar.

### Información general y diagnóstico del grupo de trabajo

De los 22 ganaderos, el 59 % son de la comunidad de Rio Verde, el resto de los integrantes son de 3 diferentes comunidades (18 de Marzo, Zamora y Miguel Alemán), grupo que surge como una necesidad de agruparse para tener una fortaleza organizativa, con representación que les permita acceder a metodologías de transferencia de tecnología y financiamientos, para poder elevar su nivel competitivo y que su actividad ganadera sea rentable.

Por ser un grupo de trabajo informal, tiene una serie de deficiencias organizativas, pero con la gran posibilidad de iniciar bien su organización.

La edad de los integrantes del grupo oscila entre los 34 y 74 años de edad, con un promedio de 51 años. De los cuales 20 saben leer y escribir, y 2 no saben. Así mismo, el 50% cursaron la primaria, 27 % cuenta con secundaria, y el 23 % no tuvo ninguna preparación escolar, sin embargo de este grupo de personas solo 2 no saben leer ni escribir los otros 3 aprendieron con ayuda de sus hijos u amigos. Con este panorama académico, se tiene una diversidad de personas, que con el objetivo de apoyo mutuo, se pueden aprovechar la fortaleza de tener personas con capacidad suficiente para la transferencia de conocimientos. Las familias son de tamaño de 0 a 4 personas tanto de mayores como de menores de edad.

El 82 % de los socios consideran a la actividad ganadera como única fuente de ingresos, el 14 % como aquella que aporta más del 50 % pero no menos del 100 % de sus ingresos, dado que se dedican a otras actividades agrícolas (cultivos de maíz, frijol), pecuarias (cría de borregos, aves, cerdos), jornaleros y demás que le dan una segunda fuente de ingresos o autoconsumo para sus familias y el resto ven a la actividad ganadera como aquella que aporta menos del 50 % debido a que sus mayores ingresos se deben a algún negocio en particular.



En las UPP trabajan de 1 a 2 trabajadores fijos, lo que representa el 2 % de las personas empleadas en los ranchos y de 1-7 trabajadores eventuales lo que nos indica que el 48 % de la mano de obra utilizada es de los jornales que se ocupan eventualmente para algunas actividades de manejo o picado de los potreros, sin mencionar el otro 46 % de mano de obra que se ocupa en los ranchos que viene siendo de los familiares permanentes (hijos, hermanos, nietos, etc.). La tenencia de la tierra es ejidal.

Los socios están dedicados, principalmente a la ganadería bovinos carne, obteniendo los productos que se muestran en la grafica a la derecha. Como se aprecia, los animales que más se producen en los ranchos son los becerros destetados con una producción en el año 2010 de aproximadamente 339 becerros destetados y 146 las hembras de reemplazo, de los cuales, los becerros son los que más de venden.

La composición de los hatos en las UPP de los socios, sobresalen los vientres con más del 50% en sus diferentes estados fisiológicos, le siguen los becerros con el 13 % y las vaquillas con el 11%

de las 1,550 cabezas existente. En el tiempo que se lleva el record de datos de los hatos ganaderos en la asociación a la que pertenecen, se aprecia que hay una alta extracción de becerros destetados y no dejan el porcentaje adecuado de vaquillas de reemplazo, provocando envejecimiento del hato y limitante para el crecimiento del mismo.

Las razas identificadas con mayor predominancia en las UPP fueron consideradas como la cruce entre Suizo-cebú, Suizo Europeo y la Cruce indefinida, en lo que respecta a las demás razas localizadas se consideraron como razas diversas en cuanto a que manejan razas como la Simmental, charolais, Indobrasil y otros como es el caso del Sardo Negro y el Holstein.

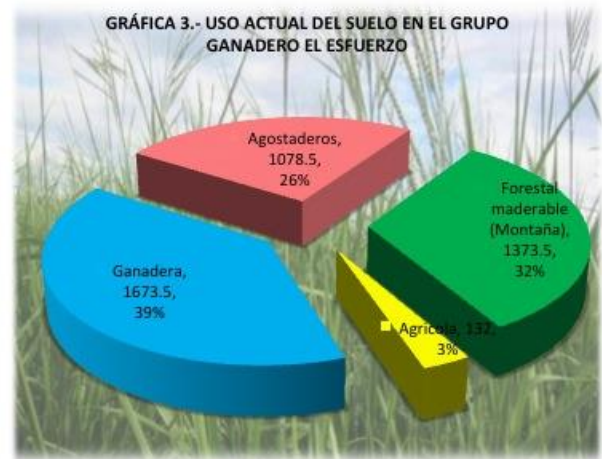
El 40 % de los integrantes también se dedican a la cría de ovinos, teniendo un rebaño de 199 cabezas en total del grupo, algunos de los ganaderos cuentan con otra actividad generadora de ingresos como es el caso de las colmenas para producción de miel convencional, contando con 230 colmenas actualmente.

La alimentación base de los animales son con los forrajes que se han cultivado, de los cuales los que más prevalecen son el Brizantha, Mombasa y humidicola principalmente. En cuanto a los forrajes de corte se cuenta con Taiwan, Kingrass, Maralfalfa, CT115 y Caña. El forraje de corte en los ejidos del grupo se están fortaleciendo su uso, para preparar el rancho para enfrentar la época de sequía, dado que en esta región la sequía tiene un fuerte impacto, además de que la conservación y la poca cantidad de pozos de extracción de agua, son limitativos para la cría y engorda de bovinos. Las únicas fuentes de abastecimiento de agua con que cuentan los ganaderos son jagüeyes del cual el 91 % del total del grupo cuenta con esta fuente de abastecimiento de agua, en promedio se cuentan con 72 jagüeyes, el 6 % cuentan con aguadas y el resto con pozos y ríos.

Los ranchos cuentan con divisiones de potreros para el mejor manejo, pues varían de 2-10 divisiones con superficies variables de 5-35 has, en buenas condiciones, sin embargo, no son bien manejados, ya que no se sabe manejar la carga animal, provocando el deterioro de los pastos cultivados, disminuyendo su cobertura.

La mayoría de los socios identifican a sus animales con el arete del SINIIGA y solo con Fierro. Ninguno de ellos lleva el control de sus animales en registros productivos y económicos, solo 2 personas anotan fecha de nacimiento y destete, peso al destete. 17 ganaderos están al pendiente de que las crías recién nacidas tomen el calostro de la vaca y 4 de ellos realiza en amamantamiento controlado. La edad de destete es en promedio de 7 meses. Casi todos (18) realizan el descorné de los animales, según lo apreciado en la entrevista.

Ante la falta de manejo adecuado del hato y ajustes en la alimentación para determinar la mejor época de empadre, y en base a las disposiciones de alimento, el mayor número de partos se presentan en los meses de enero a mayo como se muestra en la grafica. Con un mayor porcentaje de partos en abril alcanzando el 22 % de los partos en el año.



Respecto a la alimentación, esta se basa principalmente en el pastoreo con diferentes tipos de forrajes introducidos durante todo el año con rotación de potreros en las divisiones internas. En la época de sequía los ganaderos del grupo que cuentan con forraje de corte les ofrecen forraje



en verde picado con picadora. Todos les dan sal común y sal mineral todo el año, de diferentes marcas (magnafoscal, ruminsal, etc.). Aplican vitaminas dos veces al año de manera tradicional. Ante las sequías, que cada año van siendo más largas, los socios (7; 32 %) buscan qué ofrecerles, llegando a darles residuos de las granjas avícolas del Estado de Yucatán, como la pollinaza, gallinaza, y algunos la combinan con melaza. Otros (5 socios) rentan tierras con pastos desde 10 has hasta 30 has, según el número de animales, pagando entre \$70.00 a \$100.00/animal/mes, significando un desembolso de \$7,200.00 a 23,000.00 en el

tiempo total de renta en los meses que hay déficit de forraje. Además de los residuos de aves, la alimentación no se complementa con otros alimentos.

En la grafica 5 se hace una comparación de los meses en los cuales hay mayor numero de parto y menor cantidad de alimento (déficit de forraje), lo que nos señala que en los meses que menos alimento hay en las UPP existe un gran número de pariciones, que nos da como resultado mayor porcentaje de mortalidad de los animales tanto de las vientres como de las crías debido a que no se cuenta con la suficiencia alimenticia para cubrir sus necesidades básicas.



En cuanto a control sanitario, todos participan en las campañas de control y erradicación de la brucelosis, tuberculosis y contra garrapata, aunque esta última se están presentando brotes de resistencia a los químicos utilizados. Entre los problemas sanitarios comunes se presentan los abortos, retención de placenta, partos distócicos, gabarro y de manera anexa las picaduras de serpientes. De las inmunizaciones, los ganaderos aplican las Bacterinas 8 y 11 vías y contra



derriengue. No realizan análisis de heces, coproparasitoscópicos del hato. Las desparasitaciones interna y externa la hacen parejo a todo el hato y solo 6 ganaderos desinfectan el ombligo a los nacidos. La mortalidad el año pasado fue de 62 animales contando adultos y crías, que tomando en cuenta el hato actual del grupo de trabajo, esto significaría el 4% de mortalidad de animales adultos y crías. El año pasado se presentaron 5 abortos y que tomando en cuenta el hato actual del grupo de trabajo, esto significaría el 0.32 % de abortos. Entre las principales causas de desecho de animales del hato ganadero, se tienen las causas de Bajo peso de crías al destete (27 %) y Problemas reproductivos (68 %), presentándose también por necesidad de dinero para gastos personales y de los propios ranchos.

Respecto a la comercialización de animales, para la generación de ingresos a los ranchos de los ganaderos, se tiene que todas las ventas se realizan con los intermediarios “Coyotes” de la región, que acopian y los mandan a los establos de engordadores del centro, golfo de México y norte del país, y muy pocos becerros, los compran los engordadores de la región y del Estado. Los principales productos que se generan en las UPP de los socios, en base al año pasado, son: animales de desecho, becerros destetados, sementales (6 socios lo hicieron) y hembras para reemplazo (3 socios).

El negocio está en vender animales finalizados, pero los ranchos aun no están aptos para ello, debido a que no están preparados para poder mantener un lote de animales y poder llevarlo a la finalización ya que no se tiene suficiente forraje para poder subastecer a todo el hato, del mismo modo no cuentan con la infraestructura y equipo suficiente para poder ser más rentables.

#### **RESULTADOS ALCANZADOS**

El servicio consistió en impartir cursos, pláticas de capacitación y asistencia técnica como seguimiento de los temas tratados y de otros que se generaron en el servicio para los 22 socios. En resumen se han logrado las siguientes metas:

- Se logró que el 100% de los socios identifiquen sus animales y el 100% de los socios aplicaron y se continúa con el seguimiento de los registros económicos y técnicos de las UPP.
- Se logró que el 90 % de los socios usen las sales minerales (rebasada la meta referente al 45% comprometido), además de que se están realizando tratamientos para evaluar sales igual o mejores pero de precios de casi al 50 % de la mejor sal mineral de la región (magnophoscal).
- Se logró que el 45 % (del 45 % comprometido) use la conservación de forraje mediante silos, como una manera de alimentar a los animales en época de estiaje y mejorar su condición corporal y fertilidad. Cabe mencionar que se están adaptando para usar esta tecnología, mediante el establecimiento de forrajes de corte, infraestructura, equipo y maquinaria que están solicitando en el programa de apoyo a la inversión en equipamiento e infraestructura.
- Se logró que el 64 % (del 64 % comprometido) de los socios sembraran sus parcelas de forraje de corte como áreas de semillero para continuar expandiendo sus áreas de forraje de corte hasta llegar a la cantidad necesaria para mantener a sus animales y elaborar silos, que sirva como banco de germoplasma para su distribución, cuando existan las condiciones y recursos necesarios para el trasplante, y con ello mejorar la disponibilidad de materia seca y facilitar la conservación de forraje para la época de sequía.
- Se logró que el 50 % de los productores realizara el ajuste de carga animal (del 50 % comprometido), cabe mencionar que esta fue una actividad que estuvo muy restringida, pues los pastos no lograron recuperarse del todo, pero se capacitó en el proceso, desde la fase de campo hasta el análisis de datos y ajustes.



- Se logro que el 50 % (del 50 % comprometido) de los socios realicen el diagnóstico de gestación en sus UPP, capacitando a los socios e hijos o personal de apoyo por medio de la palpación rectal. Sin embargo, se considera que esta es una actividad que debe ser asistida de un técnico cada vez que se realice o en dado caso hasta que el productor tenga mucha práctica.
- Se logro que el 100 % se le realizo un programa de desparasitación y vacunación y el 100 % lo aplico. Además de apoyarlos en las cotizaciones, compras y transportes a la comunidad.
- Se realizaron reuniones para fomentar la organización con el grupo de trabajo y sea una acción palpable al interior de la comunidad, como una manera de transferir conocimientos, toma decisiones, además de concientizar la importancia de estar organizados como figuras jurídicas y para las acciones a ejecutar. Se logro que los laboratorios de Bayer, Pfizer, la empresa de sales minerales MNA visiten a los productores para que conozcan la problemática que se está viviendo y puedan dar dirección a sus líneas de productos, con fines de mejorar la calidad y de acceso económico a los ganaderos.

En cuanto a los resultados obtenidos en el servicio, es fundamental capacitar en forma constante a los productores y lograr que cada uno de ellos adopten las tecnologías necesarias, no solo a los que pueden (poder adquisitivo), sino a los que quieren y deben hacer.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En conclusión, de acuerdo a los avances programados el servicio ha logrado sus metas principales y es un paso muy importante en la incorporación de tecnologías, pero hay necesidad de darle seguimiento a éstas y presentar otras que mejoren el rendimiento de las unidades de producción, al igual es un paso único en la organización de la base de los productores primarios de la región ganadera. Sin embargo las tecnologías a incorporar se han dificultado un poco debido a la falta de equipo o infraestructura adecuada, por lo que se llego a la conclusión de que para que estas tecnologías sean bien adaptadas e incorporadas va ser necesario ir creciendo de acuerdo a las necesidades que vayan surgiendo ya que muchas veces las inversiones que se hacen no son las más favorables o adecuadas.

### LITERATURA CITADA

- Congreso internacional de la carne 2011. México, DF. 29 de abril del 2011. Grupo VERACARNE, Consejo bovinos carne de Veracruz.
- Diplomado en ganadería tropical. FIRA 2008.
- Folleto de Elaboración de silos. INIFAP 2010.
- Folleto de forrajes de corte, clones cubanos. INIFAP 2010.
- Folleto: El componente arbóreo como recurso forrajero en los sistemas silvopastoriles. Ricardo O. Russo y Raúl Botero Botero, 2005. Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda, EARTH. San José costa Rica.
- Grupo de Estudios y Asesorías para el Desarrollo Comunitario A. C. UACH, SAGARPA. 2011.
- La enciclopedia bovina de la UNAM. Primera edición 2008.
- Lechería tropical. INIFAP, SAGARPA. 2010.
- Manual de Administración de ranchos pecuarios con base a uso de registros técnicos y económicos. INIFAP, UTEP, SAGARPA 2010.
- Manual de ganadería tropical de Guillermo Salas Razo, Morelia, Michoacán, México. 2008.
- Manual técnico para el control de garrapatas en el ganado bovino. Centro Nacional De Investigaciones En Parasitología Veterinaria, INIFAP, SAGARPA. 2006.
- Revista GANADERO Vol. XXXVII No. 2, Marzo/abril 2012.
- Revista EL Simbrah Mexicano. Mayo 2012.





Revista x más agro, marzo-abril 2012.

Revista Cebú Mexicano. Año 1 Num. 2. Marzo- abril 2012.

Sistemas silvopastoriles. MC. Tangaxuhan Llanderal Ocampo. SAGARPA-COLPOS.

Sosa REE; Cabrera TEJ; Zapata BEE y Pérez RJD. 1999. Producción de semilla de leguminosas forrajeras. Folleto técnico. INIFAP, SAGAR.

Tesis: El árbol Nim (*azadirachta indica* A. juss) una especie para la ganadería. Emigdio E. Rodríguez Del Rio. 2004. Matanzas, Cuba



## REDES DE INNOVACIÓN COMO MÉTODO PARA IDENTIFICAR UNIDADES DE PRODUCCIÓN PARA EL ESTABLECIMIENTO DE MODULOS DEMOSTRATIVOS EN LOS SISTEMAS PRODUCTO BOVINOS CARNE Y DOBLE PROPÓSITO EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO

Cabrera T. E.\*, Rivera M JA, Quintal F. J.A., Lara del R. M, Sosa R. E. E. y Zavaleta C. M. C.

Investigadores del Centro Regional del Sureste, INIFAP [cabrera.eduardo@inifap.gob.mx](mailto:cabrera.eduardo@inifap.gob.mx)

T-41

### RESUMEN

El objetivo del presente fue proponer Módulos Demostrativos Pecuarios de los sistema producto bovinos carne y bovinos doble propósito del estado de Quintana Roo, utilizando el método de redes de innovación. Como primer paso se identificaron las especies producto, regiones representativas y prioritarias en el estado. A partir de la información obtenida en el punto anterior, se procedió a definir el tamaño de la muestra para el levantamiento de encuestas a productores. La cédula se aplicó al azar a los productores de cada AGL que fueron seleccionados. La cédula contenía el nombre del productor, la especie producto que maneja, los generales del propietario, ubicación, etc. y cuatro preguntas, dos de criterio de selección, y dos de cumplimiento de los criterios definidos. La información se sistematizó y se realizó un análisis de redes utilizando el programa "Visone 2.6.5," generándose el gráfico correspondiente por cada sistema producto analizado, para identificar a los actores clave y posibles prospectos de MDP. La Selección de productores y sus UPP donde establecer los MDP se llevó a cabo con base en los resultados de las cédulas aplicadas, seleccionando a los productores con mayor grado de Centralidad (los más mencionados en los dos ámbitos y para los dos criterios), complementado con visitas a campo para verificar los requisitos. Para Bovinos carne se propone al C. Juan Gonzales, para Bovinos doble propósito se consideró desierta la propuesta. Se concluye que el productor en general trabaja en forma aislada, tratando el mismo de resolver sus problemas sin acudir a otros productores, y no busca nuevas tecnologías o se ocupa de ver que hacen los demás productores para aplicar otro manejo en su UPP, esto de acuerdo al bajo número de respuestas a la cédula. La metodología de Redes de innovación es muy útil para este tipo de trabajos ya que presenta de manera objetiva los resultados y la realidad del entorno.

**Palabras Clave:** Módulo demostrativo pecuario, bovinos carne, bovinos doble propósito.

### INTRODUCCIÓN

En 2013, se estableció que la Unidad Técnica Especializada Pecuaria (UTEP) del INIFAP llevara a cabo la identificación de Unidades de Producción Pecuaria (UPP) que pudieran fungir como MDP en las distintas entidades federativas, es decir, identificar que especies producto son relevantes en cada estado, equiparar donde se podrían establecer dichos módulos, de que especies producto, esto con la metodología de redes de innovación.

Un MDP es una UPP donde se aplican actividades y/o componentes tecnológicos, orientados a cubrir todas las fases del ciclo productivo de la especie doméstica que es criada por el productor para obtener beneficios económicos. Las actividades y/o componentes tecnológicos en la UPP se deben efectuar en forma sistematizada para la producción óptima de productos primarios, de forma sustentable.

El objetivo del MDP es promover la incorporación de tecnología adecuada, de manera progresiva, para mejorar la productividad y rentabilidad de manera sustentable en las UPP a través de exposición de resultados en el MDP a los productores de la región.



De esa manera el MDP debe servir de referencia a productores de distinto nivel tecnológico de una zona geográfica específica; ser como un foco de atención, donde los productores, en forma directa, perciban los procesos productivos y la ventaja de su aplicación, para que a través del tiempo implementen las tecnologías en sus propias UPP, adoptando conocimientos y tecnologías de procesos productivos que darán lugar a mejorar la productividad y rentabilidad de sus UPP de manera sustentable.

Las características que debe reunir la UPP para ser considerada como MDP son:

Ser representativa del Sistema-Producto de la región.

Tener capacidad para implementar tecnología en forma progresiva.

Ubicarse en zona de fácil acceso durante todo el año.

Tener implementados componentes tecnológicos por encima del promedio de las UPP de la región.

El responsable del manejo de la UPP debe estar calificado.

Contar con infraestructura básica para la implementación de las tecnologías.

Maquinaria y equipo acorde al sistema producto y a necesidades del módulo.

### **Objetivo**

Proponer Módulos Demostrativos Pecuarios de los sistemas productos bovinos carne y bovinos doble propósito del estado de Quintana Roo, utilizando el método de redes de innovación.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo de identificación y selección de UPP a fungir como MDP incluyó los siguientes puntos.

1.- Identificación de especies producto, regiones representativas y prioritarias en el estado, a partir de información del Marco de Referencia Pecuario del estado, prioridades estatales, planes rectores, Agendas de Innovación, otros. Se consideraron cuatro variables: número de productores dedicados a la actividad, inventario de semovientes, volumen de la producción y valor de la producción. Se definió por región agroecológica / Distrito de Desarrollo Rural (DDR) identificando las Asociaciones Ganaderas Locales que se ubican en los distintos DDR / regiones agroecológicas del estado.

A partir de la información obtenida en el punto anterior, se procedió a definir el tamaño de la muestra para el levantamiento de encuestas a productores, en base a la siguiente fórmula:  $n = N/Nd^2 + 1$ , donde:

n = tamaño de muestra.

N = Total de productores de una especie producto en el estado.

d<sup>2</sup> = probabilidad del 0.12 (0.1 X 0.1 = 0.01).

Una vez establecido el total de cédulas a aplicar en el estado, se dividió el total de cédulas entre el número de Asociaciones Ganaderas Locales (AGL) ubicadas en una región específica, y de esta manera se determinó el número de cédulas a aplicar por AGL.

La cédula se aplicó al azar a los productores de cada AGL que fueron seleccionados. La cédula contenía el nombre del productor, la especie producto que maneja, los generales del propietario, ubicación, etc. y cuatro preguntas, dos de criterio de selección, y dos de cumplimiento de los criterios definidos. Las cuatro preguntas fueron:

En el ámbito de productividad: Reconocimiento.- ¿Para usted quienes son los mejores productores de la región? Confianza.- ¿A qué productor acude cuando usted tiene algún problema en su UPP?



En el ámbito de innovación: Reconocimiento.- ¿Quiénes son los productores de la región que aplican más tecnología o llevan un mejor manejo en sus UPP? Confianza.- A que productor acude cuando busca información sobre las cosas nuevas para mejorar su UPP o la productividad?

2.- Sistematización y procesamiento de datos, capturando las cédulas en una base de datos prediseñada y se realizó un análisis de redes utilizando el programa “Visone 2.6.5,” generándose el gráfico correspondiente por cada sistema producto analizado, para identificar a los actores clave y posibles prospectos de MDP.

3.- Selección de productores y sus UPP donde establecer los MDP. Se llevó a cabo con base en los resultados de las cédulas aplicadas a productores para la identificación de instancias candidatas para el establecimiento de los MDP. Se seleccionó a los productores con mayor grado de Centralidad (los más mencionados en los dos ámbitos y para los dos criterios).

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

1.- Derivado de un trabajo previo y conjunto entre la SAGARPA, el gobierno del estado y la Fundación Produce, se ha llegado a un consenso en el que los cuatro sistema producto prioritarios para el estado de Quintana Roo son: A.- Apícola. B.- Bovinos carne. C.- Bovinos leche (doble propósito). D.- Ovinos.

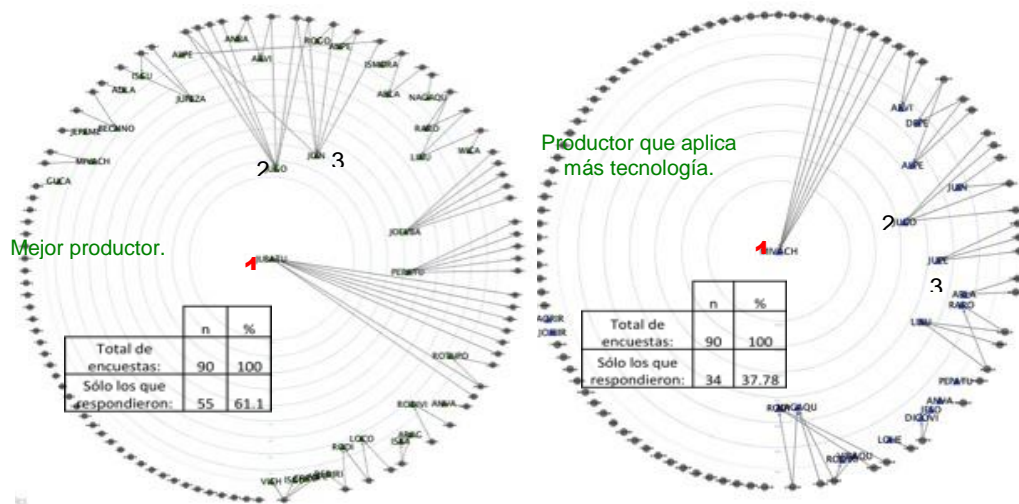
Una vez que se tuvo la información relevante respecto a sistemas producto prioritarios en el estado se procedió a levantar encuestas a productores con el fin de que estos definieran la primera propuesta de MDP, para tal fin se procedió a definir el tamaño de la muestra de cada uno de estos sistema producto. Aplicando la fórmula, en total se entrevistaron a 97 productores de bovinos carne y 53 de bovinos de doble propósito a quienes se les aplicó una cédula específica.

2.- Sistematización y procesamiento de datos. Se concentró las cédulas y capturó la información registrada en las mismas, en una base de datos prediseñada. La Base de Datos se procesó empleando el programa “Visone” (Visual Social Networks), generando el grafico de redes correspondiente, por especie producto. A partir de ese análisis se identificó a los propietarios de UPP que podrían ser prospectos a ser MDP, considerando los criterios definidos previamente.

3.- Selección de productores y UPP donde establecer los MDP. Como resultado de la sistematización de los datos de las cedulas aplicadas a los productores y de ser procesadas con el Software “Vison”, se presentan los gráficos 1, 2, 3, 4, en los cuales se determina el grado de centralidad alcanzado por los productores, de igual manera se presentan los nombres de los ganaderos, más mencionados de acuerdo a la respuesta de los productores sobre las cuatro preguntas realizadas en la cedula de evaluación.

### Sistema Producto Bovinos carne.

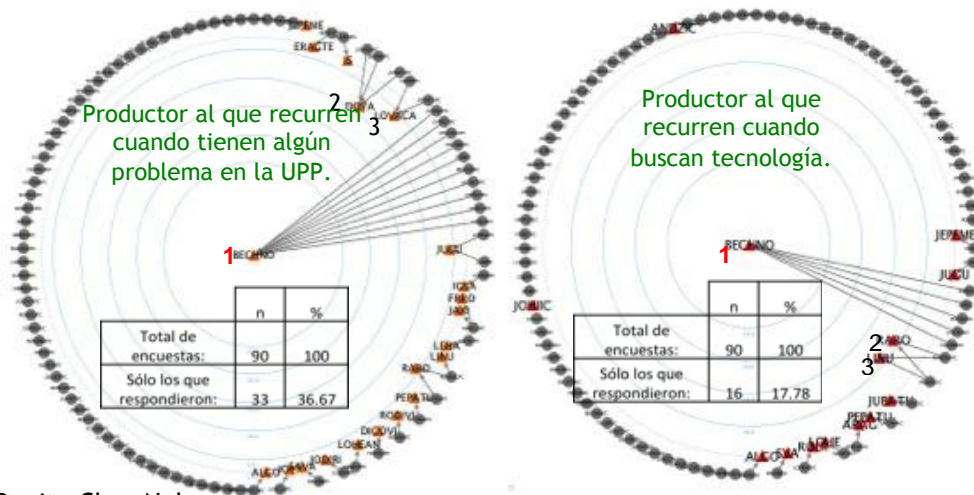
Figura 1.- Reconocimiento al mejor productor y al que aplica más tecnología en el sistema producto bovinos carne en el estado de Quintana Roo.



- 1.- Juan Bautista Tun.
- 2.- Juan González.
- 3.- Juan Interián.

- 1.- Miguel Valdiolivar Chávez.
- 2.- Juan González.
- 3.- Juan Pérez Z., Narciso García Q., Liborio Nuñez, Rogelio Díaz y Alberto Perera.

Figura 2.- Confianza para recurrir a otro productor cuando tienen problemas y cuando buscan tecnología en el sistema producto Bovinos carne en Quintana Roo.



- 1.- Benito Chay Noh.
- 2.- Domitilo Yam.
- 3.- Lorenzo Varguez C., Rafaela Romero y Juan González.

- 1.- Benito Chay Noh.
- 2.- Rafaela Romero.
- 3.- Liborio Nuñez.

La Figura 1 presenta los resultados en cuanto al reconocimiento al mejor productor y al que aplica más tecnología en el sistema producto bovinos carne en el estado de Quintana Roo, se



puede observar que para el mejor productor, Juan Bautista Tun es el más referenciado y el que más tecnología aplica en su UPP es Miguel Valdiolivar Chávez.

Sin embargo es de notarse que para mejor productor solo el 61.1 % respondió la encuesta y para el que aplica más tecnología solo el 37.7 % respondió, esto indica que los productores no se conocen entre sí, ya que las respuestas a estas preguntas fueron de lo más variadas, respondiendo en forma genérica que los productores de un ejido en general eran los mejores, o definitivamente no sabían.

Con respecto a la Figura 2 presenta una muy pobre respuesta a la confianza que se tienen los productores para acudir en busca de ayuda o de nuevas tecnologías, esto con base al número de encuestas respondidas.

Para el productor al que recurren cuando tienen algún problema solo respondió el 36.6 %, disminuyendo hasta el 17.7 % de encuestas respondidas en cuanto al productor que recurren cuando buscan tecnología. El más referido fue Benito Chay Noh para ambas preguntas.

Es una realidad que en el campo el productor en general trabaja en forma aislada, tratando el mismo de resolver sus problemas sin acudir a otros productores, y no busca nuevas tecnologías o se ocupa de ver que hacen los demás productores para aplicar otro manejo en su UPP.

Cuadro 1.- Relación de productores del sistema producto bovinos carne identificados para establecer el Modulo Demostrativo Pecuario.

Mejor Productor (PR)	Productor que aplica más tecnología (PC)	Productor al que recurren cuando tienen algún problema en la UPP (IR)	Productor al que recurren cuando buscan Tecnología (IC)
Juan Bautista Tun.	Miguel Valdiolivar Chávez.	Benito Chay Noh.	Benito Chay Noh.
Juan González. Juan Interián.	Juan González. Juan Pérez Z., Narciso García Q.	Domitilo Yam. Lorenzo Varguez C., Rafaela Romero	Rafaela Romero. Liborio Nuñez.

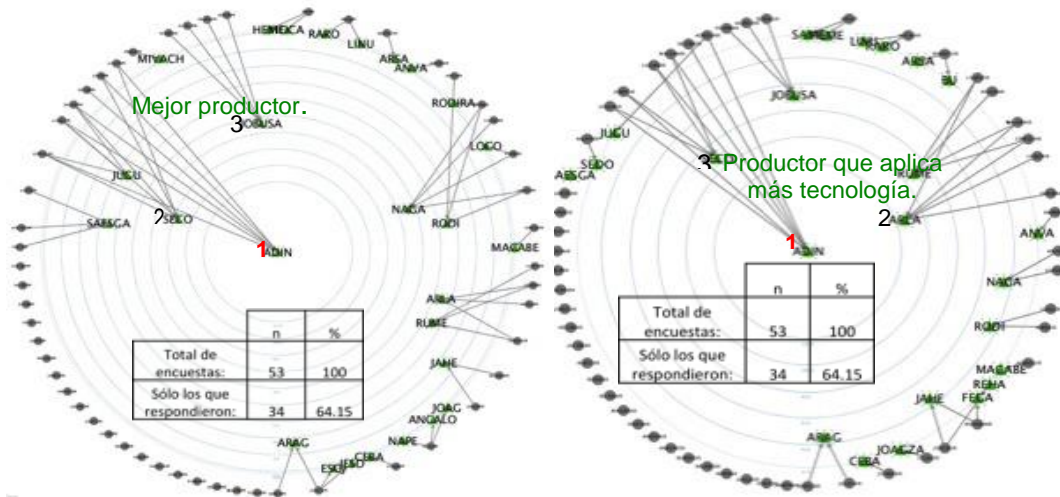
En el cuadro 1 se presentan los productores que se les identifica en el área de Reconocimiento al mejor productor, el más innovador y que le tienen confianza, se refieren a Juan González. No obstante lo anterior, en el área de Confianza que es donde se tienen mayores elementos para la definición de los módulos e refieren a Benito Chay Noh así como a Rafaela Romero y Liborio Nuñez.

Tomando en cuenta lo anterior y conjuntando los dos temas, se puede proponer a Juan González, Benito Chay, Rafaela Romero y Liborio Nuñez como prospectos para el establecimiento de un Módulo Demostrativo en la fase de encuestas.

Al realizarse la segunda fase, visita a la UPP y de acuerdo a la metodología se determinó que la UPP del C. Juan Gonzales sería la ideal para establecer un MDP.

### Sistema Producto Bovinos Doble Propósito.

Figura 3. Reconocimiento al mejor productor y al que aplica más tecnología en el sistema producto bovino doble propósito en el estado de Quintana Roo.

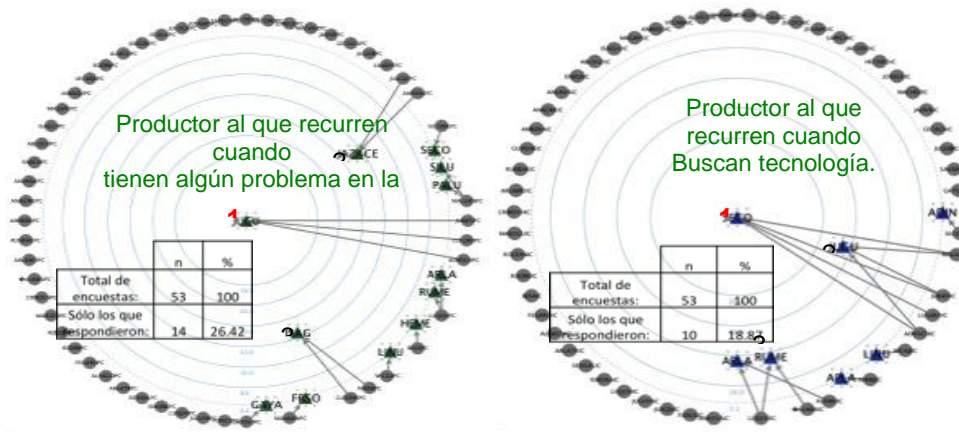


- 1.- Adalberto Interián.
- 2.- Artemio Landaverde.
- 3.- Serviliano Cohuó y Rufino Méndez Hdz.

- 1.- Adalberto Interián.
- 2.- Serviliano Cohuó.
- Jorge Bustamante S. y Narciso García.

La tendencia observada en el sistema producto bovino carne para mejor productor y el que aplica más tecnología, continuó en el sistema producto bovinos doble propósito en donde solamente el 64.1 % respondieron a las encuestas (gráfico 3).

Figura 4. Confianza para recurrir a otro productor cuando tienen problemas y cuando buscan tecnología en el sistema producto Bovinos doble propósito en Quintana Roo.



- 1.- Serviliano Cohuó.
- 2.- Juventino Guillén.
- 3.- Rufino Méndez Hdz. Y Artemio Landaverde.

- 1.- Juventino Guillén.
- 2.- Javier Zaragoza Ceja.
- 3.- Isaias Aguilar.



Con respecto al gráfico 4 presenta una muy pobre respuesta a la confianza que se tienen los productores para acudir en busca de ayuda o de nuevas tecnologías, esto con base al número de encuestas respondidas, 26.4 % y 18.8 % respectivamente.

Cuadro 2.- Relación de productores del sistema producto bovinos doble propósito identificados para establecer el Modulo Demostrativo Pecuario.

Mejor Productor (PR)	Productor que aplica tecnología (PC)	Productor al que recurren más cuando tienen algún problema en la UPP (IR)	Productor al que recurren cuando buscan Tecnología (IC)
Adalberto Interián.	Adalberto Interián.	Juventino Guillén.	Serviliano Cohuó.
Serviliano Cohuó.	Artemio Landaverde.	Javier Zaragoza Ceja.	Juventino Guillén.
Jorge Bustamante S. Y Narciso García	Serviliano Cohuó y Rufino Méndez Hdz.	Isaías Aguilar.	Rufino Méndez Hdz. Y Artemio Landaverde

En el cuadro 2 presenta en el área de Reconocimiento al mejor productor, el más innovador, se refieren a Adalberto Interián. En el área de Reconocimiento, el más innovador y que le tienen confianza, se refieren a Serviliano Cohuó, Rufino Méndez y Artemio Landaverde.

Tomando en cuenta lo anterior y conjuntando los dos temas, se puede proponer a Serviliano Cohuó, Rufino Méndez y Artemio Landaverde como prospectos para el establecimiento de un Módulo Demostrativo en la fase de encuestas.

Una vez finalizado el proceso anterior se procedió a visitar a las UPP identificadas como prospecto de MDP para verificar si es que cumplen con los requisitos y que el productor seleccionado tuviera interés manifiesto para ser MDP. Serviliano Cohuó manifestó no tener tiempo para desempeñarse como MDP y las otras dos UPP no cumplían con los requisitos por lo que no se considera propuesta alguna.

## CONCLUSIONES

El productor en general trabaja en forma aislada, tratando el mismo de resolver sus problemas sin acudir a otros productores, y no busca nuevas tecnologías o se ocupa de ver que hacen los demás productores para aplicar otro manejo en su UPP.

La metodología de Redes de innovación es muy útil para este tipo de trabajos ya que presenta de manera objetiva los resultados y la realidad del entorno.

## LITERATURA CITADA

- Contreras SFJ. 2008. Grupo de Trabajo Flor de Lipia en el Municipio de Lázaro Cárdenas. Programa Soporte. Componente de Asistencia Técnica y Capacitación. UTEP- Quintana Roo.
- FUQROOP. 2012. AGENDA DE INNOVACION TECNOLOGICA (Actualización 2011) Marzo de 2012. Fundación Quintana Roo Produce, AC.
- Plan Rector Sistema Producto Bovinos Carne, estado de Quintana Roo, 2011
- Plan Rector Sistema Producto Bovinos Doble propósito, estado de Quintana Roo. 2009
- Portal del gobierno del estado de Quintana Roo en: <http://www.qroo.gob.mx/qroo/WebPage.php?Pagina=Gabinete.php&IdRubro=7>).
- SIINIGA estado de Quintana Roo. 2012. Información hasta 2012.





Unión Ganadera Regional (UGR). 2012. Información hasta octubre de 2012.  
Universidad La Salle Cancún. 2003. Análisis de la Estructura de la Demanda de Insumos y  
Productos por el Sector Turístico en el Caribe Mexicano.



## BIOSEGURIDAD EN GRANJAS PORCINAS DE LA CHONTALPA

Vicente de la F. D<sup>1</sup>., Báez R.U. A<sup>1\*</sup>., García S. A. I<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Popular de la Chontalpa. Km 2 Carretera Cárdenas-Huimanguillo, Cárdenas, Tabasco. México.  
urielbaez@hotmail.com

T-48

### RESUMEN

Con el objetivo de identificar las prácticas de bioseguridad que se aplican en piaras de la región de la Chontalpa en los municipios de Comalcalco, Cárdenas, Paraíso y Cunduacán, se elaboró un instrumento de diagnóstico. Se empleó una muestra no probabilística, bajo un diseño transversal, aplicando un muestreo por conveniencia, el universo muestral fue de 14 granjas, en las cuales se aplicó una encuesta para identificar la situación existente respecto a los cuatro grupos de prácticas estratégicas importantes en la bioseguridad de una explotación porcícola, estas incluían lo referente a: prácticas estratégicas para evitar la entrada de gérmenes; prácticas estratégicas para reducir la contaminación de la pira; prácticas estratégicas para evitar la contaminación de la carne y prácticas estratégicas para que la pira no contamine el medio ambiente. De acuerdo a los resultados obtenidos de cada granja se observó que existe diversidad en la aplicación de las prácticas estratégicas de las diferentes granjas visitadas, se detectó que en dos granjas, no se aplican prácticas estratégicas para evitar la contaminación de la carne. Las prácticas estratégicas para evitar la entrada de gérmenes en la granja resultaron ser las menos aplicadas, lo que implica un alto riesgo de ingreso de enfermedades infecciosas transmisibles. Se concluye que existe poco conocimiento respecto a las prácticas estratégicas relacionadas con bioseguridad, se recomienda que las empresas porcícolas visitadas, cumplan con un buen y efectivo plan de bioseguridad, lo que será sinónimo de sanidad de los animales, seguridad alimentaria, correctos criterios medio ambientales y normas de bienestar animal.

**Palabras clave:** Bioseguridad, porcinas, practicas estratégicas.

### INTRODUCCIÓN

La bioseguridad es el conjunto de prácticas de manejo diseñadas para prevenir la entrada y transmisión de agentes patógenos que pueden afectar la sanidad de las granjas porcinas. La bioseguridad es una parte fundamental que hace a la empresa competitiva a nivel nacional e internacional, disminuye los gastos de medicamentos utilizados para contrarrestar enfermedades, reduce las pérdidas de animales por mortalidad o desecho, favorece el ritmo de crecimiento de los animales y evita la entrada de nuevas enfermedades, puede contribuir en la obtención extra de capital alternativo al hacer una correcta utilización de las excretas porcinas y tiene la ventaja de disminuir el impacto ambiental que genera la empresa.

Para el estado de Tabasco, la producción porcina se ubica como el tercer lugar en producción pecuaria, con 12816 toneladas al año, lo que equivale al 1.1% del total nacional, con un inventario de 266,736 cabezas (INEGI, 2011). En un comparativo, con otras especies pecuarias, el porcino se registró con un precio de \$23.82 por kilo, frente al precio de \$20.07 del bovino y de 26.98 de los ovinos (SIAP, 2012), lo que la coloca como una especie económicamente competitiva. Las razas que prevalecen en la producción en el Estado son la Yorkshire, Landrace, Duroc y Hampshire y en menor cantidad Pietran, todas estas, sometidas a cruzamientos (Pérez, 2010).



El manejo adecuado de los animales y el sistema de producción implementado dentro de las unidades de producción porcina, debe enfocarse a lograr como finalidad el disminuir el riesgo de contagio, aumentar la inmunidad y eliminación de patógenos dentro de la piara. Si bien el objetivo de contar con granjas "libres de patógenos", resulta prácticamente imposible, es por lo que las estrategias de manejo en el sistema productivo y los esquemas de bioseguridad interna juegan un importante papel ya que si se mantiene el control de los agentes secundarios, la erradicación de patógenos primarios tendrá mayores posibilidades de éxito. Se han observado cambios en el comportamiento de las enfermedades. Esto ha llevado a que los planes de lucha y control contra enfermedades cada día tengan una mayor importancia dentro de las explotaciones ganaderas (Labairu, *et al.* 2009).

Las explotaciones porcinas se ven constantemente amenazadas por las enfermedades. La bioseguridad es, en consecuencia, una de las actividades más importantes en las granjas y es uno de los obstáculos a las enfermedades endémicas y epidémicas, a los que se enfrentan los países desarrollados y en vías de desarrollo, la necesidad de un enfoque integral para combatir los riesgos a la salud humana y animal se ha vuelto una necesidad imprescindible en el siglo XXI y en buena medida esto descansa en buenos programas de bioseguridad (Montero, 2005).

Se puede definir al manejo sanitario como el conjunto de medidas cuya finalidad es la de proporcionar al animal condiciones ideales de salud para que éste pueda desarrollar su máxima productividad, de la cual es potencialmente capaz, en función de su aptitud y de las instalaciones disponibles. En este conjunto de medidas de bioseguridad, están incluidos tanto aquellas que buscan impedir la introducción de enfermedades en una granja, así como las que evitan la propagación de enfermedades infecciosas dentro de una determinada región.

### **Objetivo**

Identificar las prácticas de bioseguridad que se aplican en piaras de la región de la Chontalpa.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo se llevó a cabo en granjas porcícolas de la zona de la Chontalpa., en los municipios de Comalcalco, Cárdenas, Paraíso, Cunduacán. Allí se aplicaron encuestas a 14 granjas, las preguntas se enfocaron a conocer cuáles eran las acciones que realizaban para mantener las condiciones de bioseguridad en las mismas. Las preguntas permitieron identificar el nivel de entendimiento de este concepto por parte de los productores, así como determinar que prácticas estratégicas de bioseguridad se aplican con mayor frecuencia. Se realizó un estudio tipo transversal, empleando una muestra no probabilística, el muestreo fue por conveniencia y el universo muestral fue de 14 granjas con diferentes niveles de tecnología, ubicadas en la región de la Chontalpa, Tabasco.

Los cuestionarios empleados consistían en 45 reactivos, distribuidos en cuatro bloques, donde se incluyó información relacionada con las cuatro prácticas estratégicas consideradas pilares de la bioseguridad: Prácticas estratégicas para evitar la entrada de gérmenes a la granja; para evitar la contaminación de la piara, para evitar la contaminación de la carne y para evitar la contaminación del medio ambiente. Se analizaron los datos obtenidos con las prácticas estratégicas que se sugieren en un programa de bioseguridad recomendado a nivel nacional, para establecer el grado de riesgo de seguridad en las granjas. La información recopilada se integró en una base de datos, empleando el programa Excel y se utilizó estadística descriptiva, se analizaron las frecuencias y porcentajes de respuesta en relación a los reactivos que integran la encuesta.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, el porcentaje de las prácticas estratégicas aplicadas en los 14 granjas encuestados se dio en el siguiente orden: el 71.4% para que la piara no contamine el medio ambiente, le siguieron las prácticas para que no se contamine la piara con 56%, posteriormente las prácticas para evitar la contaminación de la carne 52% y las prácticas para evitar la entrada de gérmenes 51.7% (figura 1).

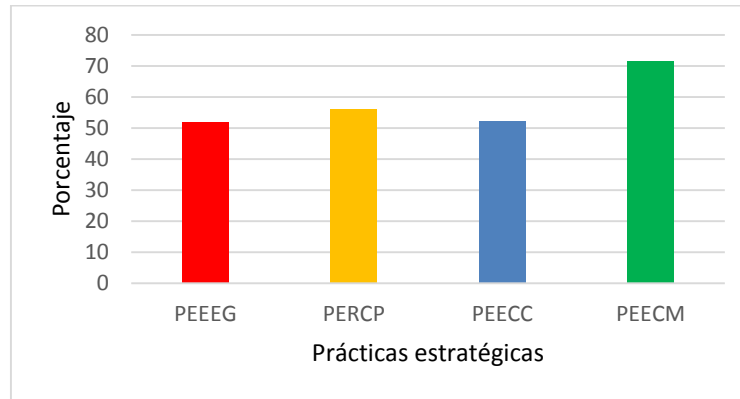


Figura 1. Principales prácticas estratégicas aplicadas en las diferentes granjas.  
 PEEEG. Prácticas estratégicas para evitar la entrega de gérmenes.  
 PERCP. Prácticas estratégicas para reducir la contaminación de la piara.  
 PEECC. Prácticas estratégicas para evitar la contaminación de la carne.  
 PEECM. Prácticas estratégicas para que la piara no contamine el medio ambiente.

En la figura 2 se presenta el resultado de las encuestas realizadas en 14 granjas de la Región Chontalpa y se aprecia, que solo en 4 de las 14 granjas seleccionadas se maneja un alto porcentaje para evitar la entrada de gérmenes a la granja, lo que se traduce en riesgo de baja producción por motivo de enfermedades y mortalidad de los animales.

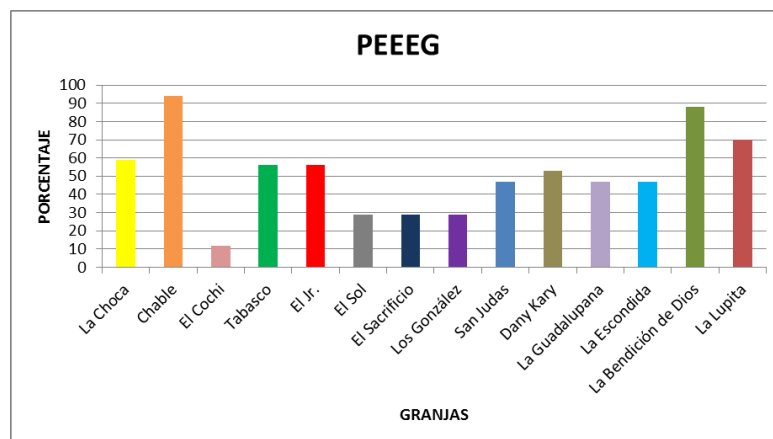


Figura 2. Prácticas estratégicas para evitar la entrada de gérmenes

En la figura 3 se observan los datos recabados en las encuestas, correspondientes a las practicas estratégicas para reducir la contaminación de la piara se observa un alto porcentaje en 3 granjas de las 14 seleccionadas, las que se considera tienen una menor probabilidad de riesgo de la entrada de gérmenes en la piara y baja producción por motivo de enfermedades y mortalidad de los animales.

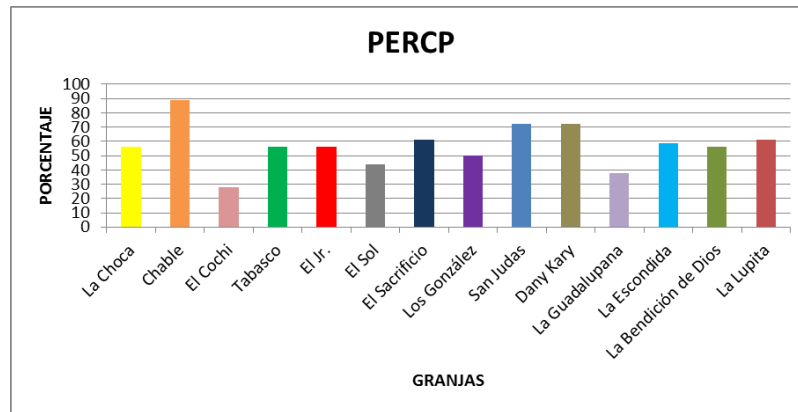


Figura 3. Prácticas estratégicas para reducir la contaminación de la pira

Otras de las practicas estratégicas consideradas para un programa de Bioseguridad, se relacionan con evitar la contaminación de la carne, en la figura 4, se observa en base a los datos recabados en las encuestas, que para las practicas estratégicas mencionadas, se aprecia un alto porcentaje ya que la mitad de las granjas visitadas presentan una aplicación del 75 % comparados con el resto, que están en el rango de 0 % a 25 %, lo que puede dar como resultado una menor producción de carne de buena calidad.

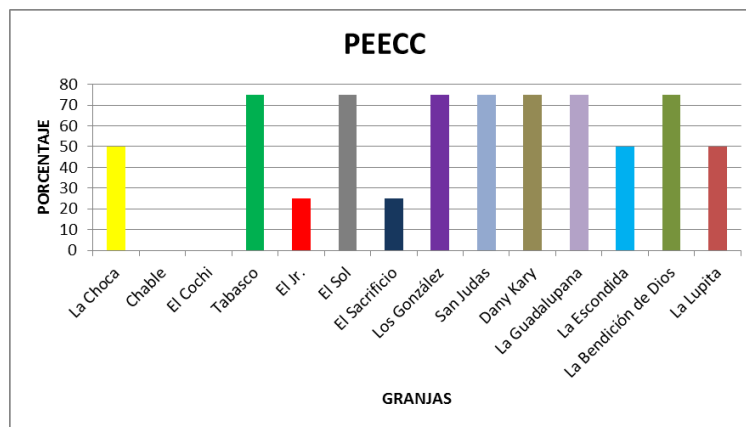


Figura 4. Prácticas estratégicas para evitar la contaminación de la carne

Un aspecto de primordial importancia en la producción porcina es el limitar la posibilidad de contaminación del medio ambiente, en el instrumento de diagnóstico empleado, se incluyeron reactivos al respecto. En la figura 5, se muestran los resultados obtenidos para este tipo de prácticas, donde se puede apreciar que solo dos granjas cumplen con el 100 % de las actividades sugeridas en un programa de Bioseguridad, mientras las demás granjas están en entre 50 % y 80 % y en una de las restantes solo se cumple con el 19 % esto sugiere que para estas granjas se pueden presentar problemas si se lleva a cabo una revisión de impacto ecológico.

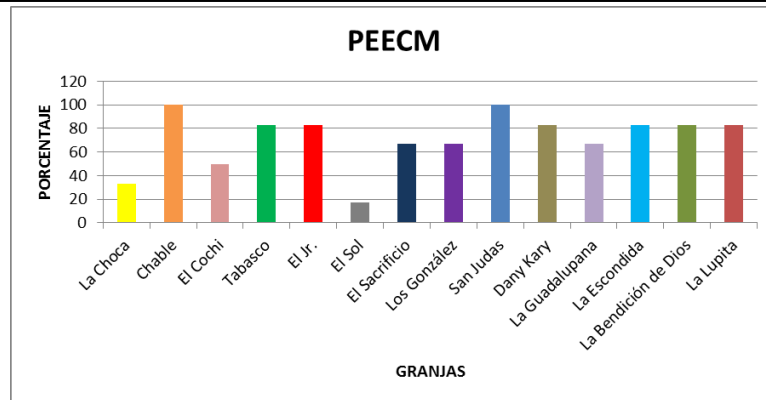


Figura 5. Prácticas estratégicas para que la pira no contamine el medio ambiente

El éxito a largo plazo en la cría de ganado porcino lo determina básicamente la preocupación que se tenga del diseño y operación de la granja en términos de bioseguridad, como complemento de manejo técnico administrativo, calidad genética, alimentación, etc. Un elevado porcentaje de granjas porcinas de producción comercial no han puesto en práctica las medidas de bioseguridad y, por lo tanto, no son pocas las que han tenido fuertes problemas por la presencia de enfermedades infectocontagiosas. En las granjas visitadas, es difícil tener un dato sobre los problemas de morbilidad y mortalidad, ya que se carece de registros confiables, pero si se puede suponer que el riesgo de introducción de enfermedades está latente. Las prácticas estratégicas para evitar la entrada de gérmenes en la granja resulto ser la menos aplicada, por lo que es necesario recalcar que la causa de las enfermedades transmisibles son bacterias, hongos y virus, los cuales pueden ser introducidos a una granja a través de diferentes formas: personas, como principal fuente de introducción de enfermedades, ropa, zapatos, batas, overoles, instrumental, equipo, material, etc., vehículos de cualquier tipo, material biológico, cadáveres, desechos, animales de compañía, fauna nociva: roedores, insectos, depredadores, etc. (Velázquez, 1999).

## CONCLUSIÓN

- El concepto de Bioseguridad es poco conocido por los productores de las granjas visitadas, en consecuencia no se manejan programas específicos al respecto.
- Las prácticas estratégicas para evitar la entrada de gérmenes en la granja resulto ser la menos aplicada, por lo que es necesario recalcar que esta puede ser la vía de entrada de enfermedades a la granja a través de las diferentes formas de transmisión conocidas.

## LITERATURA CITADA

- INEGI. 2012. Censo Agropecuario, Aprovechamiento Forestal y Pesca. Perspectiva Estadística, Tabasco. México.
- SIAP. 2012. Resumen Estatal Pecuario. SAGARPA. México.
- Pérez Z. O. 2010. Sistemas de Producción Porcina. SAGARPA, Secretaria de Desarrollo Rural, CP. Montecillos, Texcoco. México.
- Labairu J. Aguilar M. Y Andrés I. J. 2009- Bioseguridad En Las Explotaciones Porcinas-I. ITG Ganadera. Navarra Agraria. España
- Montero H. M. 2005- La Bioseguridad En Granjas Porcinas. Www.Porcicultura.Com (Artículo Sobre Bioseguridad). Consultado 1 de octubre de 2013.
- Velázquez Ordoñez Gustavo. 1999. medidas de bioseguridad en explotaciones porcinas. Organismo internacional regional de sanidad agropecuaria OIRSA. Proyecto regional de prevención de fiebre porcina clásica en Centro América, Belice y Panamá. PP. 36.



## ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL SECTOR AGROPECUARIO ANTE ELCAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL RIO NAUTLA

<sup>1</sup>Avilés, V. G\*; <sup>2</sup>Espinosa, G. J. A.; <sup>3</sup>Uresti, J. G; <sup>1</sup>Ávila, A. V, D; <sup>1</sup>Martínez, C. F, E.

<sup>1</sup>Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales.  
Km 14.5 Carretera Toluca-Atlacomulco, CP 50295, Toluca, Estado de México.

<sup>2</sup>INIFAP. Km 1 Carretera Ajuchitlán Colón. C. P. 76280. Ajuchitlán, Querétaro.

<sup>3</sup>INIFAP. Melchor Ocampo # 234 Desp. 313, Col. Centro Veracruz C.P. 91700, Veracruz Veracruz  
Tel: 229 9320668

T-71

### RESUMEN

El cambio climático interactúa con los efectos negativos de las medidas que se adoptan en las actividades humanas como la agricultura y la ganadería. Los efectos directos más importantes se deben a factores como la temperatura, la precipitación, la duración en la estación de los cultivos o los momentos en que se producen fenómenos extremos que influyen en el desarrollo de dichas actividades. En el presente trabajo se evaluó la vulnerabilidad ante el cambio climático del sector agropecuario en la cuenca del río Nautla (CrN), comparando datos conjuntos e ilustrativos sobre el potencial y magnitud de los impactos que pueden ocasionar determinados escenarios del cambio climático, y utilizarlos como indicadores de sensibilidad y posibles vulnerabilidades. Se observó que la precipitación media anual tiene una tendencia a la baja, con una disminución de hasta el 25%. La temperatura media anual presentó una disminución de 0.9°C, lo que resulta contradictorio, ya que se esperaba un aumento promedio del clima en la zona. El sector agropecuario más vulnerable, fue el maíz presentando tendencias negativas para la producción de 3% y el ganado bovino con 12%, estando muy relacionados por el tipo de manejo de producción y carencia de tecnología. Caso contrario fue para la adaptación al cambio climático, presentada por la producción positiva del café con un aumento del 2%, y el incremento notable para el 2011 de 12% y el 2012 de 200% de producción en toneladas de ganado porcino.

**Palabras clave:** rendimiento agrícola, maíz, café, bovino, porcino,

### INTRODUCCIÓN

El proceso de cambio climático (CC) se perfila como el problema ambiental global más relevante del siglo XXI, en función de sus impactos previsibles sobre los recursos hídricos, los ecosistemas, la biodiversidad, los procesos productivos (IPCC, 2007). Solomon *et al.*, (2007), reportan que entre 1850-1899 y 2001-2005 se registró un incremento en la temperatura promedio global de 0.74 °C. En las zonas subtropicales se observará una reducción de hasta 20% de la precipitación pluvial, desafortunadamente, México experimentará esta reducción y se observará mayor intensidad y lapso de tiempo entre eventos de lluvia.

Para zonas tropicales existe muy poca información, sin embargo se sabe que a mayor concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera afecta negativamente a los ecosistemas, por ejemplo en el sector agrícola: se afecta la calidad del forraje, debido a que se cambia la estructura y composición de los pastizales, favoreciendo a especies no palatables, además, se reduce la cantidad de proteínas disponible en el forraje, lo cual finalmente afecta el rendimiento en carne y leche del ganado, en el sector pecuario: Un incremento de CO<sub>2</sub> en la atmósfera e incremento de temperatura, es muy probable que resulten en una reducción de hasta 20% en el peso del ganado bovino para carne, lo cual dependerá del genotipo y región (Magrin *et al.*, 2007).



Por otro lado la agricultura es extremadamente vulnerable al cambio climático en la cuenca del río Nautla. El aumento de las temperaturas termina por reducir la producción de los cultivos, a la vez que provoca la proliferación de malas hierbas y plagas. Los cambios en los regímenes de lluvias aumentan las probabilidades de fracaso de las cosechas a corto plazo y de reducción de la producción a largo plazo. Esto implica un aumento en los costos de la alimentación animal, que se traducirá en un aumento de los precios de la carne. Como consecuencia, el cambio climático reducirá ligeramente el crecimiento del consumo de carne y producirá una caída más notable en el consumo de cereales.

### **Objetivo**

Dentro del objetivo planteado en este trabajo, se comparan conjuntos de datos recientes de la última década de dos sectores productivos la agricultura y la ganadería. Dentro de estos rubros agropecuarios resalta la búsqueda de criterios que permitan evaluar tanto el entorno productivo como la vulnerabilidad de los mismos al CC en la Cuenca del río Nautla (CrN).

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Mediante el uso de información del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), se obtuvo y analizó la información necesaria para caracterizar cada municipio y generar el polígono correspondiente a la cuenca del río Nautla (CrN), está conformada por la agregación de 21 municipios, la zona está identificada por características económico-productivas, socio-demográficas y culturales bajo criterios de pertenencia, similitud y complementariedad funcional. Tiene una superficie de 2,376 km<sup>2</sup>, escurrimiento 2,571 mm<sup>3</sup>. Alimentada por los escurrimientos de los estados de Puebla y Veracruz.

Para la caracterización de la producción agrícola y pecuaria se utilizó la información estadística del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera 2003-2012 (SIAP), de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), se obtuvieron las actividades agrícolas y pecuarias más importantes, de las cuales se eligieron 2 productos sobresalientes por características de producción y cobertura a nivel cuenca para los dos sectores productivos.

### **Obtención de datos climatológicos**

Se revisaron las bases de datos de CONAGUA, del servicio meteorológico nacional (SMN) y CILA. Estas bases de datos se encuentran en formato bruto o en formato digital, la información climatológica se obtendrá también del Extractor Rápido de Información Climatológica (ERIC II) editado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) o del SMN a través del sistema CLICOM.

### **Análisis de rendimientos para el sector agropecuario**

El rendimiento se considera como un estimador de la eficiencia del uso de la tierra, bajo la premisa de que en la medida que las técnicas empleadas y las condiciones del medio sean más favorables, se obtendrán mayores cosechas. La información se obtuvo de la base de datos (FAO, 2001).

### **Situación de la agricultura**

Del territorio de la CrN, 173304.9 has son de uso agrícola, predominan 11 cultivos, los más representativos son: plátano, naranja, café cereza y maíz. Siendo estos dos los de mayor porcentaje sembrado y cosechado. El porcentaje de los cuatro cultivos más sobresalientes es: maíz 28%, café cereza 18%, frijol 12%, naranja y limón 8% respectivamente de la superficie total de la cuenca. Con dicha información se calcularon y compararon los valores de los cultivos, se



hicieron representaciones gráficas de los cambios interanuales de las mismas, que expresan la evolución de cada cultivo.

### Situación de la ganadería

En el estado de Veracruz, la ganadería es la principal actividad pecuaria; por lo que un objetivo a considerar es el diseño de estrategias dirigidas a reducir su vulnerabilidad y favorecer la adaptación y mitigación ante impactos por las sequías, las lluvias e inundaciones, asociadas a posibles efectos del CC.

A la ganadería se dedican tres millones 690 mil hectáreas, lo que significa el 50.6% de la superficie total del Estado de Veracruz, es predominantemente extensiva. Se considera explotaciones que se manejan con sistemas modernos y competitivos hasta los más tradicionales que se presentan en la economía campesina, así mismo se caracteriza por su manejo extensivo y una producción estacional. La mayor parte de alimentación del ganado se basa en pastoreo, con agostaderos manejados en un sistema de libre pastoreo. La producción pecuaria en la CrN corresponde al 35% de la superficie para el sector pecuario, equivale a 138 mil hectáreas, de las cuales predomina el ganado bovino. Por su importancia en la producción, destacan el ganado bovino y porcino, donde es relevante mencionar la situación que por región presenta esta actividad en el estado.

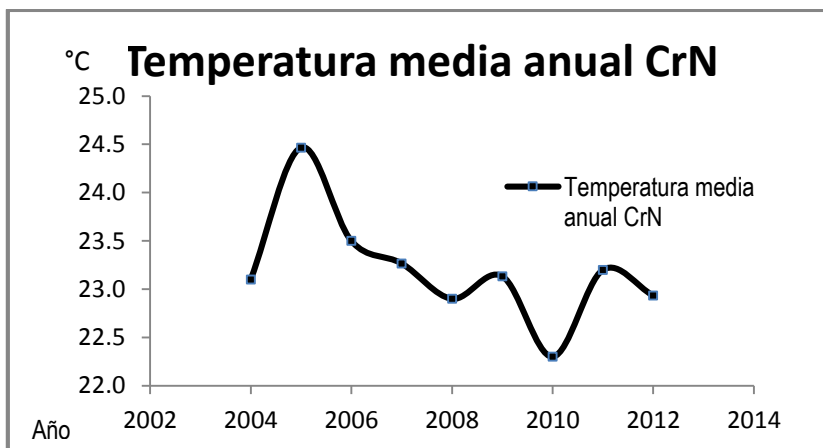
En los 21 municipios sobresalen dos productos ganaderos, bovinos y porcinos, de la cual, la producción total promedio de carne representa el 50.6% del total de producción en la cuenca de Nautla, lo que equivale a 191, 213,000 pesos anuales, para la producción de porcino y bovino.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Vulnerabilidad del sector agropecuario ante el cambio climático

##### Temperatura media anual de la CrN

De conformidad con la clasificación climática de Köppen, el clima predominante es del tipo cálido húmedo con abundante lluvia de verano, donde la precipitación del mes más seco es menor a 60 mm, con un porcentaje de lluvia invernal mayor de 10 % (CNA, 2008).



Servicio Meteorológico Nacional, Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2003 a 2012.

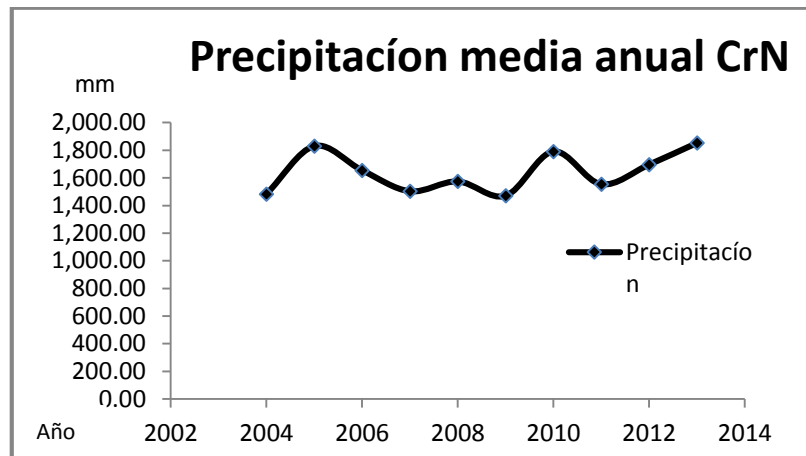
Figura 1. Temperatura media anual CrN 2003-2012

La temperatura muestra una disminución en la serie de tiempo de 0.9 °C; presenta una tendencia negativa hacia, lo que indica que existe un cambio de clima de la zona del CrN en los últimos 10 años, esto trajo consecuencias negativas en la producción de ambos sectores productivos.

Esto no concuerda con varios autores, como Solomon *et al.*, (2007), quienes reportan que entre 1850-1899 y 2001-2005 se registró un incremento en la temperatura promedio global de 0.74 °C;

### Precipitación media anual.

La distribución espacial de la lluvia es de poca variación, ya que tanto en la porción oeste y central del acuífero, la lluvia es superior a los 1,500 mm anuales, mientras que en la zona de sureste a la altura de Vega de Alatorre, es ligeramente inferior al resto del área (Figura 2).



Servicio Meteorológico Nacional, Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2003 a 2012.

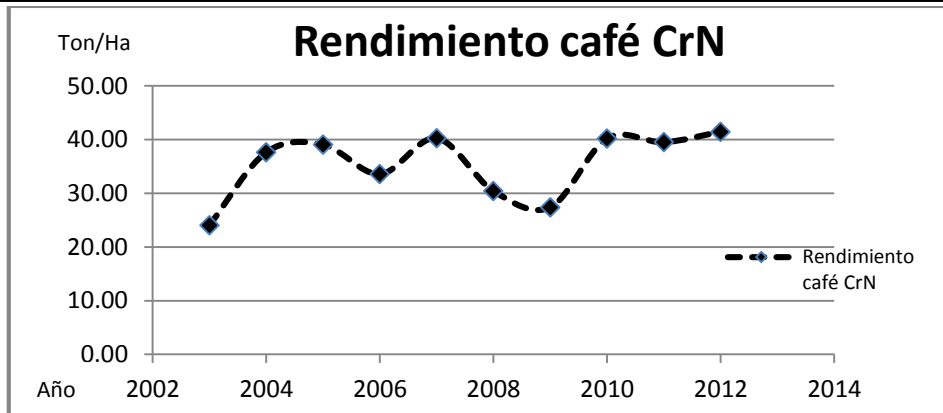
Figura 2. Precipitación media anual CrN 2003-2012.

La menor precipitación anual la mostraron los años 2004 y 2009, con una disminución del 25% y una tendencia de la serie de tiempo a la baja. Caso similar ocurre en lo reportado por Meehl *et al.*, (2007), quienes mencionan que para 2011-2030, 2046-2065 y 2080-2099 la temperatura global promedio se incrementará en 1-2 °C, 3-4 °C y 4-7 °C, respectivamente, comparados con las temperaturas de 1980-1999 y que para las zonas subtropicales se observará una reducción de hasta 20% de la precipitación pluvial, lo que concuerda con nuestras dos variables climatológicas observadas.

Cabe señalar que para la determinación de la precipitación representativa del acuífero, únicamente se consideraron años completos de información en cada una de las estaciones climatológicas de INEGI, a partir de lo cual se calculó el valor promedio 1,640.7 mm.

### Rendimiento del café

En la figura 2, se puede observar que el rendimiento del café para los años 2003 al 2012, tiene una tendencia positiva, mostrando una baja en el rendimiento para el año 2009, esto se puede deber a que para este año fue el que presentó menor precipitación, así como ser uno de los años con menor temperatura media anual. Muestra una estabilidad productiva para los años 2010 al 2012, tomando en cuenta las variables climáticas, la temperatura media anual y la precipitación en estos tres años, muestran una tendencia similar, lo que coincide con lo reportado por Alegre (1959), quien menciona que la precipitación y temperatura anual óptima para este cultivo oscila entre los 1200 a 1800mm y 16 a 22 °C respectivamente, lo que coincide con los análisis de precipitación y temperatura media anual, descritas en las figuras 1 y 2.



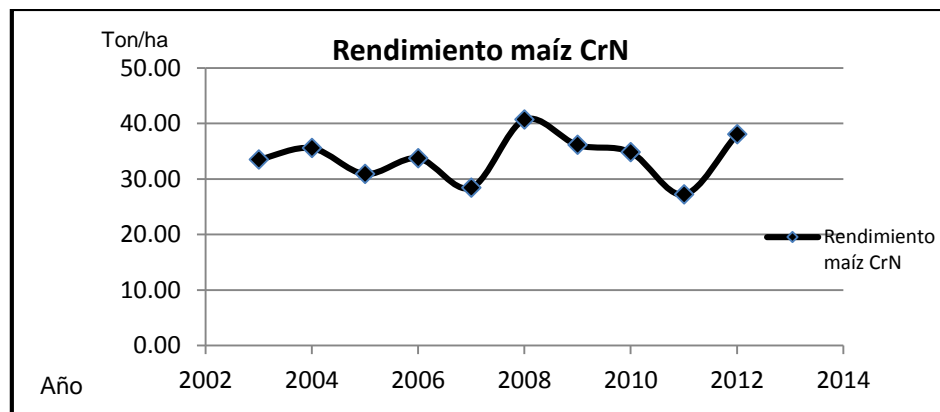
Fuente: SIAP. Base de datos de Producción Agrícola, Ciclo: Cíclicos y Perennes 2003-2012, Modalidad: Riego + Temporal.

Figura 3. Rendimiento del cultivo de café en la CrN 2003-2012

### Rendimiento del maíz

El maíz muestra una tendencia negativa en la serie de tiempo, aunque la precipitación media anual es de 1,641 mm y la óptima para el maíz se encuentra entre los 700 y 1100 mm, (Alegre, 1959), caso similar menciona Ruíz (2011), que a pesar de que el cultivo tiene la cantidad óptima de para desarrollarse el proceso de madurez de las plantas, acorta su ciclo biológico y por ende su etapa reproductiva, causando una disminución en el rendimiento de los cultivos.

En especial este cultivo presenta una disminución en el rendimiento en los años del 2008 al 2011, lo que corrobora lo reportado por Uresti *et al.*, (2009), quienes encontraron que durante el ciclo P-V en Veracruz, México la producción aérea de materia seca (PAMS) y el rendimiento de grano (RG) de maíz se redujeron en promedio 9, 16 y 24% con incrementos de temperatura de 2, 4 y 6 °C, respectivamente, mientras que en el ciclo O-I la reducción fue de 20, 34 y 46%; concluyen que las medidas de adaptación son vulnerables, ya que la agricultura actual sólo puede compensar entre 15 y 20% de la reducción del rendimiento por incremento de temperatura, por lo tanto para incrementos mayores de 2 °C es necesario desarrollar nuevas tecnologías de adaptación.

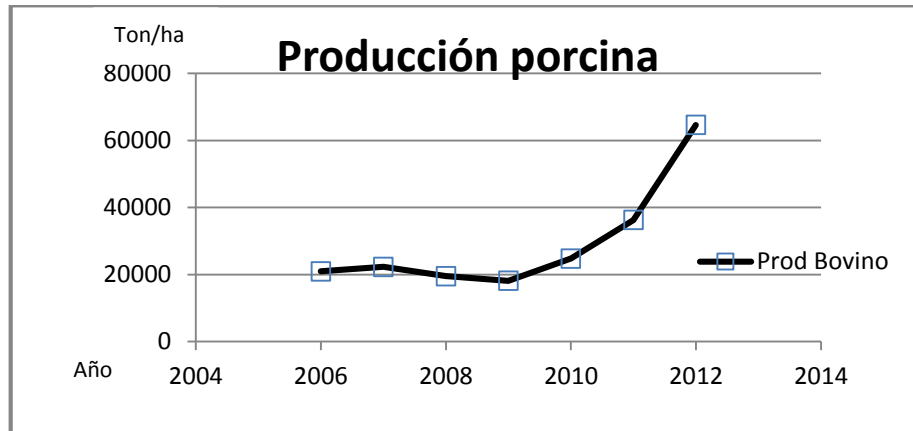


Fuente: SIAP. Base de datos de Producción Agrícola, Ciclo: Cíclicos y Perennes 2003-2012, Modalidad: Riego + Temporal.

Figura 4. Rendimiento del cultivo de maíz en la CrN 2003-2012

### Producción porcina

La producción porcina se mantuvo estable hasta el 2007, en los años 2008 y 2009 presentó la mayor disminución del 4% de la producción, para los últimos 3 años se tiene un incremento en la producción de hasta 300%, y esto se debe a que los municipios que sobresalen son: Jalacingo, Perote y Villa Aldama, con el 92% de la producción total de producción, los cuales presentan una adopción de tecnología, caso contrario a la zona norte donde se encuentra la mayor vulnerabilidad del estado en cuanto a ganadería.



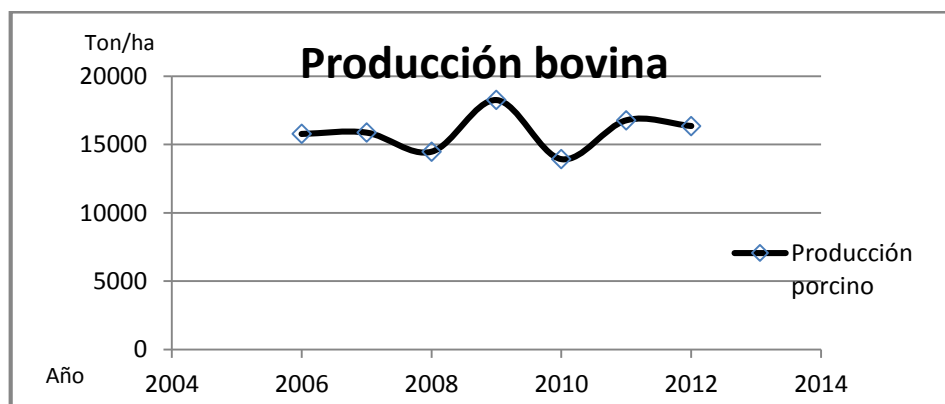
Fuente: Base de datos SIAP, Ganadería, Valor Producción en Toneladas por municipio, 2012.

Figura 5. Rendimiento del ganado bovino en la CrN 2003-2012

### Rendimiento bovino

En la CrN, sobresalen los municipios de Misantla, Nautla, San Rafael y Vega de Alatorre, con el 57% de la producción total de bovino. En la zona se muestra una tendencia a la baja, esto se le atribuye principalmente a la variabilidad del clima, ya que la mayoría de los productores también se dedican a la agricultura de maíz, lo que repercute en gran porcentaje, puesto que la producción de forraje les permite las prácticas de ensilaje y henificación.

Como se mencionó previamente, que la producción y rendimiento del maíz en la Cr Nestáa la baja y que el principal dieta de los animales son los cereales y ensilajes que produce el ganadero, podemos relacionar directamente la baja de temperaturas principalmente en los años 2008 y 2009, con la tendencia negativa de la producción del maíz y del ganado bovino. Otra variable que se puede resaltar es que, la zona ha sufrido un drástico cambio del suelo de ganadero a agrícola, con tendencia de incremento en superficie y de mejora tecnológica, debido a la variabilidad climática.



Fuente: Base de datos SIAP, Ganadería, Valor Producción en Toneladas por municipio, 2012.



Figura 6. Rendimiento del ganado bovino en la CrN 2003-2012

La zona norte de la entidad Veracruzana, está geográficamente en una región donde los cambios en el clima son severos, por ello el cambio climático es un factor que incide en las condiciones agroclimáticas de la región. En octubre de 2010, fue un mes relativamente seco, ya que éste se caracterizaba por ser uno de los más lluviosos, y en el 2011 enfrentaron un septiembre también sin lluvias, por lo que la incidencia de altas temperaturas y la falta de precipitaciones tienden a afectar a la ganadería (UGRNV, 2012).

#### **Análisis de vulnerabilidad de la agricultura y la ganadería ante el cambio climático**

La agricultura es extremadamente vulnerable al CC en la cuenca del río Nautla. La disminución de la temperatura y la precipitación termina por reducir la producción de los cultivos deseados, a la vez que provoca la proliferación de malas hierbas y pestes. Los cambios en los regímenes de lluvias aumentan las probabilidades de fracaso de las cosechas a corto plazo y de reducción de la producción a largo plazo. La mitad de la población económicamente activa de los municipios dedicada a la agricultura reducirá sus ingresos en un 20%. El CC tendrá diversos efectos en los rendimientos de los cultivo bajo riego en todas las regiones. El CC acarreará aumentos adicionales de precios para los principales cultivos, tales como el, maíz frijol y café. Esto implica un aumento en los costos de la alimentación animal, que se traducirá en un aumento de los precios de la carne. Como consecuencia, el cambio climático reducirá ligeramente el crecimiento del consumo de carne y producirá una caída más notable en el consumo de cereales.

Las condiciones en que se desarrolla la agricultura en Veracruz, tanto de temporal como de riego, determinan también su vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos. En particular, las prácticas agrícolas de temporal son sensibles a cualquier alteración en la precipitación estacional. Otro de los efectos del CC en el sector pecuario es la modificación en la distribución de las plagas y las enfermedades de los animales y las plantas. De acuerdo con el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (SINAVEF), la sequía prolongada y el incremento constante de temperaturas, al igual que otros fenómenos derivados del calentamiento global (ciclones y nortes), favorecerán de manera general a las especies invasoras de insectos, lo que incrementaría la presión de las plagas sobre los cultivos.

#### **CONCLUSIONES**

La disminución de la temperatura en la cuenca del río Nautla, hace vulnerable al sector agropecuario, impactando negativamente en la producción del maíz, lo que representa disminución en la producción a la par del ganado bovino, esto implica un aumento en los costos de la alimentación animal, que se traducirá en un aumento de los precios de la carne, como consecuencia del cambio climático.

Las condiciones en que se desarrolla la agricultura en Veracruz, tanto de temporal como de riego, determinan también su vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos. En particular, la cuenca del río Nautla, presenta contrastes de vulnerabilidad, ya que es mucha la diferencia entre las adopción de tecnología entre algunos municipios, haciéndolos sensibles a cualquier alteración en la temperatura o precipitación estacional.

El ganado Bovino es vulnerable ante cambios en el clima, ya que demostró que no hay alternativas tecnológicas y de manejo para fortalecer las dietas del ganado, así como mostró cierta dependencia a los beneficios del maíz. Lo que pondrá en riesgo la salud, el crecimiento y la reproducción de animales debido a los fenómenos meteorológicos extremos.



La temperatura y precipitación anual muestran una disminución considerable en la cuenca del río Nautla, lo que hace imprescindible la adopción de tecnologías para contra restar la vulnerabilidad del sector agropecuario ante el cambio climático.

#### LITERATURA CITADA

- Alegre, C. 1959. Climats et Cafeiers d' Arabie. *Agron. Trop.* 14:23-58.
- FAO. 2001. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Yearbook. Production. FAO Statistic Series No. 156. Roma: FAO.
- IPCC. 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Solomon, S.; Qin, D.; Manning, M.; Chen, Z.; Marquis, M.; Averyt, K.B.; Tignor, M.; Miller, H.L. (Eds.) Cambridge University Press. United Kingdom and New York. 996 pp.
- Magrin, G., C. G. García, D. Cruz Choque, J. C. Gimenez, A.R. Moreno, G. J. Nagy, C. Nobre, A. Villamizar, 2007. Latin America. Climate Change 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Parry, M. L., O.F. Canziani, J. P. Platt, P.J. van der Linden and C. E. Hanson, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK, p581-615.
- Ruiz, J., A., Medina, J., Ramírez, J., L., Díaz, H., Flores, F., Ramírez, G., Ojeda, José, D., Manríquez, O., Zarazúa, P., Villaseñor, D., González, R., Díaz, G., y Mora, D. Riera, Pere. 2011. Cambio Climático y sus Implicaciones en cinco zonas productoras de maíz en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Pub. Esp. Num. 2.* p. 309-323.
- Solomon, S., D. Qin, M. Manning, R. B. Alley, T. Berntsen, N. L. Bindoff, Z. Chen, A. Chidthaisong, J. M. Gregory, G. C. Hegerl, M. Heimann, B. Hewitson, B. J. Hoskins, F. Joos, J. Jouzel, V. Kattsov, U. Lohmann, T. Matsuno, M. Molina, N. Nicholls, J. Overpeck, G. Raga, V. Ramaswamy, J. Ren, M. Rusticucci, R. Somerville, T. F. Stocker, P. Whetton, R. A. Wood and D. Wratt 2007. Technical Summary. In: Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller (eds). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. p19-91.
- Sivakumar, M. V. K.; Das, H. P. and Brunini, O. 2005. Impacts of present and future climate variability and change on agriculture and forestry in the arid and semi-arid tropics. In: increasing climate variability and change. Salinger, J. M. Sivakumar, V. K. and Motha, R. P. (eds.). Springer, USA. 31-72 pp.
- Uresti, G.J., Uresti, D.D., Tosquy, V.O.H. 2009. Impacto del Calentamiento Global en el Rendimiento de Biomasa y Grano del Maíz (*Zea mays* L.) Y Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Veracruz, México. En: Memoria de la IV Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal, Saltillo 2009. 19-24 de Octubre del 2009. Saltillo, Coahuila, México. p102.



## PRIORIZACION DE LAS CADENAS AGROALIMENTARIAS Y AGROINDUSTRIALES DE LA PENINSULA DE YUCATAN

\*Loeza D. V.M<sup>1</sup>., Uzcanga P<sup>2</sup>. N.G., Ramírez J, G<sup>3</sup>., Aguilar D. Y<sup>4</sup> Cano G, A<sup>5</sup>., Ramírez S, J. H<sup>5</sup>.

<sup>1, 3, 4 y 5</sup>Centro de Investigación Regional Sureste del INIFAP del Programa del Centro de Cooperación para el Desarrollo de los Trópicos (CECODET). Calle 6 No. 398 X 13, Av. Correa Rachó, Col. Díaz Ordaz. C.P. 97130 Mérida, Yuc., Tel. (999) 1 96 11 83 Ext. 601 y 602

[loeza.violeta@inifap.gob.mx](mailto:loeza.violeta@inifap.gob.mx)

<sup>2</sup> INIFAP C.E. Mocochá, Yucatán México.

T-78

### RESUMEN

La alta diversificación en la producción agropecuaria de la región península de Yucatán conformada por los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo, así como la diversidad de climas, factores edafológicos y agroecológicos y ambientales hacen necesario que se pueda realizar una priorización de las diferentes cadenas del sector agroalimentario de esta región. Con este objetivo se utilizó la metodología del ISNAR para la priorización de cadenas agroalimentarias. Se analizaron un total de 29 cadenas de las cuales solo el 14 % resultó estar ubicada en el cuadrante de impulso (I y II) que correspondieron a las cadenas de aguacate, carne de ave y caña de azúcar. El resto de las cadenas quedaron ubicadas dentro de los cuadrantes de mantenimiento y sostenimiento (II y III).

**Palabras clave:** ISNAR, diversificación, cadenas productivas.

### INTRODUCCIÓN

La priorización de cadenas productivas permite a través de la recopilación de datos estadísticos e información específica, la identificación de las prioridades y oportunidades comerciales que los mercados nacionales e internacionales representan para los cultivos elegibles de cierta región. Dicho método actúa a través de la estimación de variables de mercado con el fin de conocer el posicionamiento de cada producto dentro del mercado, para llegar a la toma de decisiones estratégicas de industrialización, inversión y financiamiento en el sector agropecuario, (Narver y Slater, 1994). Los estudios de mercado son herramientas que permiten, por un lado conocer las características de los clientes actuales y potenciales para un producto en específico. De este modo, al conocer los gustos y preferencias de los clientes, así como su ubicación, clase social, educación y ocupación, entre otros aspectos, la empresa podrá ofrecer los productos que ellos desean a un precio adecuado. Lo anterior lo lleva a aumentar sus ventas y a mantener la satisfacción de los clientes para lograr su preferencia.

La región península de Yucatán, conformada por los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo, se ha caracterizado por mantener una actividad agropecuaria significativa y la producción de una amplia gama de productos. Debido a la diversidad climática y la riqueza de recursos naturales, la región península de Yucatán, dentro del sector agropecuario a nivel nacional, también resalta un rezago tecnológico significativo.

Lo anterior, hace importante el poder lograr que las unidades de producción ya consolidadas puedan producir con base en las demandas del mercado. Sin embargo, el éxito de una empresa radica tanto por su orientación como por su impacto en el mercado.

La globalización y apertura de la economía plantea la necesidad de razonar y operar en términos y dimensiones de competitividad internacional. Lo anterior no sólo aplica para los productos de exportación sino también cuando el destino de la producción es el mercado interno. Además,



este esquema pone en evidencia que la competitividad depende del funcionamiento eficiente y articulado en toda las etapas (industrias de insumos, agricultura, post cosecha, agroindustria de transformación, transporte, exportación, comercio, etc.) y de su integración en el conjunto del sistema alimentario. (Ghezán, G., S. Brieva y L. Iriarte.1999).

A nivel nacional, se han realizado estudios sobre este campo en algunas organizaciones, las cuales han reportado resultados respecto al comportamiento y éxito de la organización como resultado de la orientación hacia mercados específicos. Martínez (2003) Sin embargo solo se han logrado encontrar soportes limitados del rol moderador del ambiente de mercado.

La gran diversidad de productos del sector agropecuario en esta región hace necesario el detectar y priorizar aquellos productos que por sus características ante un mercado más exigente resulten más recomendables para su producción, que para el caso de este proyecto lo representan los cultivos en la región de la península de Yucatán, conformada por los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo.

Para tal efecto la metodología Enfoque de Cadenas Agroalimentarias y Agroindustriales propuesta por International Service for National Agricultural Research (ISNAR) (Ghezán y Brieva, 1998; Ghezán *et al.*, 1999) permite la priorización de productos o cadenas de producción a través de la recopilación de datos y estadísticas, así como el establecimiento de variables que permita priorizar los cultivos y especies animales más recomendables para la región península.

### **Objetivos**

Identificar y priorizar las cadenas productivas relevantes en los tres estados de la región sureste de México (Yucatán, Campeche y Quintana Roo), para contribuir a la conformación del Programa Estratégico de Necesidades de Investigación y Transferencia de Tecnología que brinde mejores elementos para la toma de decisiones para proyectos establecidos por INIFAP y Cuerpos Colegiados de la región y productores.

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

Se utilizó la metodología propuesta por el ISNAR para la priorización de las cadenas agroalimentarias y agroindustriales, misma que consta de cinco etapas (Cuadro 1) y, de ellas, en este trabajo solo se desarrolló la primera: identificación de las cadenas relevantes, recolección de información, la cual consiste en obtener de diferentes fuentes de información como SAGARPA, INEGI, SIAP, etc. información de las cadenas de fuentes secundarias y estadísticas disponibles, además de realizar entrevistas para obtener el juicio de expertos y, así, determinar cuáles son las principales cadenas agroalimentarias y agroindustriales de la región antes citada (priorización y posicionamiento).

Con la información recopilada se desarrolló una base de datos tomando criterios socioeconómicos y de competitividad de las cadenas productivas más importantes de los tres estados como insumo para elaborar el documento de priorización y la matriz de posicionamiento, la cual considera cuatro cuadrantes: estratégicas, impulso, mantenimiento y sostenimiento.





Cuadro 1. Etapas metodológicas del Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional. (ISNAR)

1. Identificación y priorización de cadenas relevantes
  2. Caracterización de las CAA y relevancia de las demandas tecnológicas.
  3. Estudio de la trayectoria y prospectiva de los mercados de productos.
  4. Estudio de la trayectoria y prospectiva de la innovación tecnológica.
  5. Síntesis de oportunidades e información estratégica para fijar las prioridades de Investigación y transferencia.
- Ghezán y Brieva, 1998; Ghezán *et al.*, 1999.

Para la Identificación de las cadenas agroalimentarias y agroindustriales relevantes Se utilizó la metodología propuesta por el Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (ISNAR, por sus siglas en ingles) para realizar priorización de Cadenas Agroalimentarias y Agroindustriales de la región península de Yucatán,

El análisis para este estudio se enfocó a dos sectores el agrícola y el pecuario y dos dimensiones, la de importancia socioeconómica y la de competitividad. Para la primera de ellas se emplearon tres criterios: el tamaño de la cadena (indicadores de valor de la producción, número de unidades de producción y empleos generados); el dinamismo de la cadena (tendencia del valor de la producción, evolución de los precios reales y evolución del empleo) y la especialización de la cadena (coeficiente de especialización nacional y coeficiente de concentración estatal).

Por su parte, para la importancia de competitividad se consideraron los criterios de productividad (considerando el rendimiento productivo y el valor de la producción/jornales) y sustentabilidad de la cadena; para la sustentabilidad de la cadena se tomaron como referencia estudios previamente realizados por expertos de la región, respecto a cada cultivo que detallan factores importantes como la contaminación de suelo y agua, la erosión de suelo, la siniestralidad, la contaminación del suelo y la deforestación.

Para la captura de esta información se utilizó una matriz en Excel, ya calibrada con las formulas requeridas (Góngora *et al.*, 2005), por lo que en el momento de registrar los datos automáticamente se calculó la priorización de cada una de las 22 cadenas contempladas. La matriz está elaborada en base a la ponderación de cada variable que se muestran en la figura 1. Es importante mencionar que la metodología sugiere contar con datos estadísticos de por lo menos cinco años para observar evoluciones y tendencias de algunas variables (Góngora *et al.*, 2005).

#### **Colecta, análisis y síntesis de la información**

La estrategia de recopilación de información se fundamentó en las variables involucradas en el modelo o matriz de datos. Con la información que requiere la matriz, se recurrió a fuentes secundarias: bases de datos, información sectorial, documentos electrónicos e impresos, tomando la información de los últimos cinco años de los que se tenga registro; para después, acceder a otras fuentes, es decir, entrevistas con los principales actores de las CAA y expertos obteniendo la información de la que no exista registros.



Dimen- siones	Puntaje	Criterios		Variables (considerar naturaleza del sector)					
		Primario	Secundario	Pond. 0.5	Pond. 0.5	Terciario	Pond.		
Importancia Socio Económica	100	Tamaño	Valor de la producción		1/3	Valor de la producción	1/2		
			Unidades de Producción o Número de Productores (por disponibilidad)		1/3				
			Empleos generados		1/3	Empleos generados	1/2		
		Dinamismo	Tendencia del valor		1/3	Tendencia del valor	1/3		
			Evolución de precios reales (constantes)*		1/3	Evolución de precios reales (constantes)*	1/3		
			Evolución de empleo*		1/3	Evolución de empleo*	1/3		
		Especialización	Coefficiente de especialización (nacional)		1/2	Coefficiente de especialización (nacional)	1/2		
			Concentración (estatal)		1/2	Concentración (estatal)	1/2		
			Rendimiento productivo*		1/2	Productividad de mano de obra	1/2		
Competitividad	100	Productividad	Valor de la producción / Jornales *		1/2	Productividad del capital	1/2		
			Eficiencia en el uso del agua	Baja		Consumo de agua	Baja		
		Sustentabilidad	Contaminación del agua			Contaminación del agua			
			Erosión de suelo						
			Siniestralidad		Media		Media		
			Contaminación del suelo			Contaminación del suelo			
			Deforestación						
			ETC... BASARSE EN JUICIO DE EXPERTOS		Alta	ETC... BASARSE EN JUICIO DE EXPERTOS	Alta		
		Desempeño Comercial						Valor de las exportaciones estatales	1/4
								Importaciones / consumo nacional (volumen).	1/4
								Balanza comercial (dinámica) (valor nacional)	1/4
						1/4			

Figura 1 indicadores para la priorización de cadenas productivas

### Matriz de datos y captura de información

El diseño de la matriz de datos y captura de la información es un producto generado por investigadores del Campo Experimental Mococho de INIFAP y sirvió para procesar toda la información obtenida, determinando la priorización de las cadenas productivas de la Península de Yucatán (Figura 2)

Cadenas	Importancia socioeconómica						Competitividad					
	30		40		30		Total	30		35		Total
	Tamaño	Dinamismo	Especialización		Productividad	Sustentabilidad		Desempeño comercial				
	Primaria	Industrialización	Primaria	Industrialización	Primaria	Industrialización		Primaria	Industrialización	Primaria	Industrialización	
Cadena 1	8	7	9	8	10	9	85	7	8	8	7	75
Cadena 2												
Cadena 3												
Cadena 4												
Cadena 5												
-----												
-----												
-----												
Cadena n												

Figura 2. Matriz de concentración de resultados para la jerarquización y priorización de las CAA.

### Tiempo, cálculo y estimación de puntajes de las variables

La metodología utilizada se basa en que la información contemple cinco años por lo menos Para observar la tendencia de la misma, por lo que para este trabajo se utilizó la información de conformada por los años 2008 - 2012. Con la información obtenida y concentrada, se calcularon y estimaron los puntajes de las Dimensiones de Importancia Socioeconómica y de Competitividad para cada una de las fases de desarrollo (primario, secundario y terciario); en caso de no contar con información de la cadena para los sectores secundario y terciario, la priorización se hizo solo en función del sector primario (Góngora *et al.*, 2005).

El modelo contempla la definición de dos dimensiones, una socioeconómica y otra de competitividad. Para la primera se establecen criterios de tamaño, dinamismo y especialización, mientras que para la segunda los de productividad, sustentabilidad y desempeño comercial. Estos criterios toman sus valores de las variables primarias, secundarias y/o terciarias que correspondan a cada una de las cadenas. Los valores generados para cada dimensión, resultado de la aplicación de la matriz de datos, sirven para manejar la matriz de posicionamiento de cadenas que permite ubicar a cada una de ellas en categorías de alta prioridad estratégica, de impulso, de sostenimiento y de mantenimiento (figura 3).

Por otra parte, la suma de los valores de las dimensiones socioeconómicas y de competitividad, generan un valor total que permite priorizar a las cadenas de producción trabajadas, mediante la suma de los puntajes partiendo del puntaje máximo al mínimo.

En la Figura 3 se observa que para que una cadena quede en el cuadrante de estratégica, debe tener una importancia tanto socioeconómica como de competitividad de entre el 51 y 100.

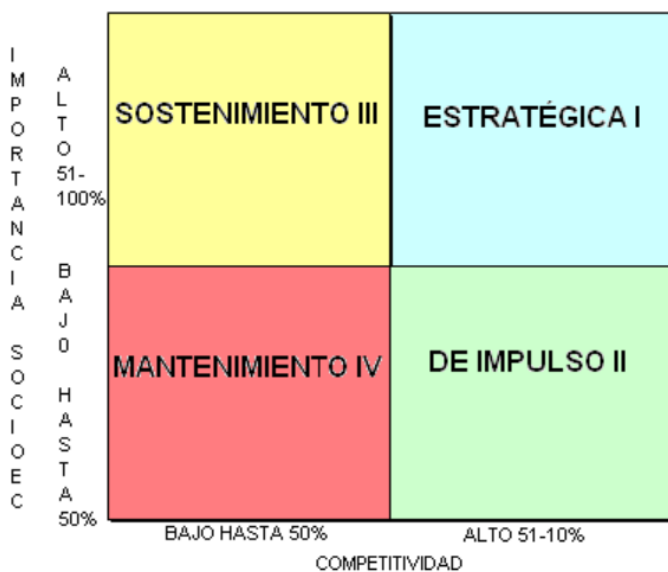


Figura 3. Matriz de posicionamiento

**Cuadrante I, Estratégico.** - Competitividad e importancia socioeconómica elevadas; las cadenas aquí posicionadas son consideradas con una red de valor de alta prioridad estratégica para la entidad federativa; las capacidades de producción y la competitividad de ellas generan ingresos elevados; se desarrolla la producción extensiva, tienen aporte importante al mercado nacional y generan divisas; pueden contar con una red de mercado bien establecida, tener buenos canales de distribución y mercadeo y generar valor agregado alto. Para las cadenas de prioridad estratégica se recomienda mejorar en cuanto a redes de distribución y programas de mejoramiento continuo.

**Cuadrante II, De impulso.** - La competitividad de las cadenas es elevada pero su importancia socioeconómica es baja; se dice que esa red de valor es de impulso para la entidad federativa. Las capacidades de producción son elevadas; los costos adecuados; tienen un aporte importante al mercado nacional; el sector secundario no está muy tecnificado o especializado; se generan ingresos con poca mano de obra. Para estas cadenas se recomienda apoyar a los programas de



adopción de tecnología apropiada, así como a estrategias de distribución, procesamiento y comercialización, para así poder incorporarse al cuadrante estratégico.

Cuadrante III, Sostenimiento.- Competitividad es baja e importancia socioeconómica elevada; se dice que esa cadena productiva es de sostenimiento para la entidad federativa. Las condiciones ambientales en las que se desarrollan estas cadenas son buenas; utilizan la infraestructura adecuada; reciben apoyos para la producción; el mercado es estable en cuanto a la demanda; se aplicación tecnología para la producción intensiva o extensiva y la existencia del sector secundario está en vías de consolidación.

Se recomienda direccionar los apoyos para incrementar la competitividad y la productividad, así como para el fortalecimiento de las organizaciones productiva y comercial.

Cuadrante IV, Mantenimiento.- Competitividad e importancia socioeconómica baja; red de valor de mantenimiento para la entidad federativa. Las cadenas de estos cuadrantes no generan valor y derrama económica mayor; no muestran incremento la calidad de sus productos; la tecnología es utilizada por pocos productores; además de que la producción depende del mercado, economía nacional y calidad sanitaria. Se recomienda planear esfuerzos para apoyar a las cadenas más prometedoras, fomentar acciones que propicien cambios tecnológicos y mejorar la sanidad e inocuidad del producto.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la primera etapa de la priorización se introdujo en la matriz de Excel toda la información requerida en cada variable. Las fuentes utilizadas varían según cada sector. Para determinar el valor de la producción, el total de superficie sembrada, así como los rendimientos y precios medios rurales, se recurrió a las fuentes de SIAP y SIACON, logrando obtener estadísticas del último año disponible y cinco años históricos para lograr determinar las tendencias necesarias para el estudio. Para lograr identificar la información del sector secundario y algunos variables del sector primario, se utilizaron fuentes de literatura como lo son Paquetes Tecnológicos, Sistemas Producto y artículos previamente publicados así como bases de datos estadísticos como lo son los Censos Agropecuarios y algunas otras estadísticas del INEGI.

Se adicionaron los valores de cada variable y su ponderación, y al final cada cadena obtuvo un puntaje en cada una de las dos dimensiones, importancia socioeconómica y competitividad. El cuadro 2 enlista las diferentes cadenas analizadas, así como los valores de priorización para cada una de ellas.

Cadena	Suma de las dos priorizaciones
Maíz grano	115.15055
Ave carne	91.2879571
Caña de azúcar	91.239712
Aguacate	83.9357075
Ave huevo	76.5142347
Porcino carne	74.3547028
Abejas miel	74.3114828
Bovino carne	70.0470648
Limon	68.2699905
Naranja	66.8175594
Ovino carne	64.0723822
Chile jalapeño	63.3157519
Bovino leche	60.3221361
Chile habanero	58.2166095



Jitomate	54.8819476
Soya	53.1881337
Sorgo grano	49.1199085
Frijol	47.5201993
Papaya	46.3607502
Coco fruta	45.2235008
Calabaza (semilla) o chihua	44.3543176
Mamey	44.1073866
Mango	41.1729006
Marañón	40.6969322
Arroz palay	40.6417241
Palma africana o de aceite	37.1278222
Zapote	34.8938941
Henequen	32.7371186

Cuadro 2.- Cadenas productivas y valor de priorización

De la misma forma se logró identificar con estos puntajes, en que cuadrante se puede ubicar a cada uno de las cadenas en el estudio.

Aquellas cadenas que se encuentran en el cuadrante de Mantenimiento presentan bajo puntaje socioeconómico se pueden considerar que están sin valor y derrama económica mayores. Tienen baja calidad de productos. Son productos de autoconsumo y utilizan tecnología tradicional. Dentro del cuadrante de Sostenimiento las cadenas podrían presentar las siguientes características; buenas condiciones ambientales, podrían infraestructura escasa, producción primaria sin valor agregado, una falta de capacitación, un mercado o demanda estable así como un sector secundario en vías de consolidación. Del cuadrante de Impulso se tienen las siguientes características; producción primaria elevada, aportación al mercado nacional, sector secundario poco tecnificado, generación de ingresos con poca mano de obra. Del cuadrante Estratégico se pueden considerar las siguientes descripciones en las cadenas, ingresos y ganancias elevados por economía de escala, una importante aportación al mercado nacional. Una generación de divisas, una red de mercado establecida, cuenta con canales de distribución y mercadeo adecuados y tiene un valor agregado alto.

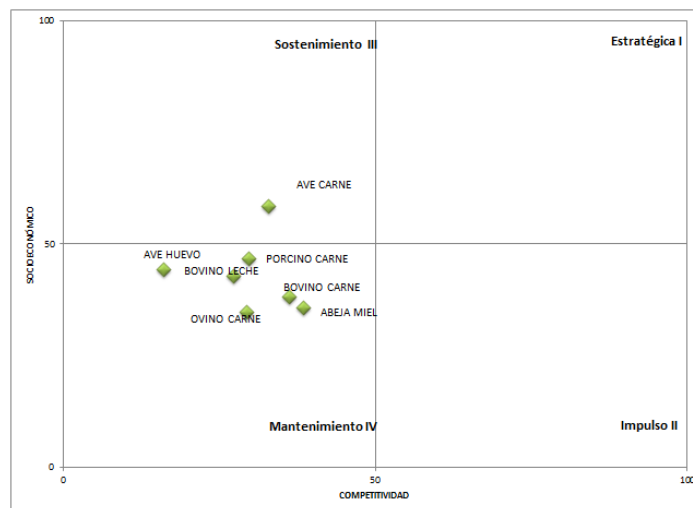


Figura 4.- Ubicación de las cadenas de producción pecuarias en los cuadrantes de priorización





función socioeconómica y de autoconsumo importante que requiere de especiales atenciones desde el punto de vista tecnológico y social.

#### LITERATURA CITADA

- Ghezán, G., S. Brieva y L. Iriarte. 1999. Análisis Prospectivo de la Demanda Tecnológica en el Sistema Agroindustrial. La Haya, Países Bajos: Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (ISNAR).
- Martínez, MDC. 2003 Orientación a mercado y aprendizaje organizacional: evidencia empírica en el sector empresarial de Aguascalientes, *Investigación y Ciencia*, No. 27, pág. 33-38, Diciembre.
- Narver, J.C. y Slater S.F., The effect of a Market orientation on business profitability. *Journal of Marketing*. U. S. 1994.



# TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS







## APROVECHAMIENTO DE LA HARINA DE MALANGA (*Colocasia esculenta*) PARA PREPARAR ATOLE DE SABORES

Ruiz, S.F.L.\*. García, J.R., Cruz, E.C., Izquierdo, H.C.

División de Procesos Industriales, Carretera Villahermosa-Teapa, km 14.6 s/n Fracc. Parrilla II, Parrilla, Centro, Tabasco, C.P. 86280, Tel (993)358 22 ext. 2275, Correo electrónico: francolucioruiz@hotmail.com. Universidad Tecnológica de Tabasco.

T-1

### RESUMEN

La malanga (*Colocasia esculenta*) es un tubérculo generalmente utilizado como parte de algunos platillos como caldos y guisados, además de frituras, postres y bebidas. Su consumo provee una alta cantidad de carbohidratos que pueden mejorar el aporte energético de la población, pero aun así está muy limitado y solo se realiza de traspatio. Para proponer una alternativa de uso de la harina de este tubérculo, se diseñaron tres formulaciones de harina para preparar atole de sabor fresa, chocolate y canela. Estos productos fueron evaluados sensorialmente utilizando pruebas de aceptación. Se determinó que los prototipos ASF02 (sabor fresa), ASC03 (sabor chocolate) y ASN02 (sabor canela) presentaron el mejor nivel de agrado sin encontrarse diferencias significativas entre ellos. Se caracterizó cada prototipo seleccionado de acuerdo a la normatividad vigente hallándose un producto de alto aporte energético (65% de carbohidratos), inocuo y accesible económicamente a la población.

**Palabras clave:** malanga, harina para atole, prototipo.

### INTRODUCCIÓN

La desnutrición, es un problema que debido a su incremento pone de manifiesto la necesidad de aumentar los esfuerzos en promover una dieta saludable y equilibrada en todos los grupos de edad, con especial hincapié en niños y ancianos. Tabasco no es la excepción, regiones como Huimanguillo y Tacotalpa son las de mayor incidencia ya que año con año es causa de un gran número de defunciones. (SSA, 2007)

Muchas veces este problema puede atenuarse, al aumentar el consumo de alimentos que los mismos pobladores de las comunidades cultivan, y que contienen un elevado valor nutricional, como es el caso de la malanga (*Colocasia esculenta*), cuya harina contiene un alto contenido de carbohidratos y puede considerarse para ser la base de aporte de energía en la dieta de sus consumidores, además de aportar fibra, vitamina A y C. (Colbin, 1993)

El cultivo de este tubérculo en Tabasco es muy limitado y solo sirve como autoconsumo, aunque la Secretaria de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesquero del Estado de Tabasco menciona que cada día son mayores el número de productores que están cultivando este tubérculo, destacando los municipios de Huimanguillo, Cunduacán y Jalapa. Los registros de SAGARPA muestran que solo el estado de Veracruz presenta datos con 13,043 toneladas durante el año 2011.

La elaboración de productos a través de la harina de malanga, es una alternativa ya que con ella se pueden preparar diversos alimentos, entre los que destacan jarabes concentrados, harina para preparar hot cakes, postres y harina para preparar atole. Respecto a esta última, existen en el mercado diferentes marcas, todas elaboradas a partir sólo de fécula de maíz. Para este proyecto se elaboró una harina para preparar atole de sabores, utilizando una materia prima



diferente a lo tradicional, en este caso utilizando la malanga y proponer una alternativa diferente, además de incentivar aún más el cultivo de esta especie.

### **Objetivos General**

Desarrollar una harina para preparar atoles de sabores a través de harina de malanga con la finalidad de ofrecer un producto de bajo costo, inocuo y cuyo consumo ayude a elevar el nivel nutricional de la población del estado de Tabasco.

### **Objetivos específicos**

- Diseñar una formulación de una harina para preparar atole de sabores derivada de la harina de malanga
- Caracterizar el producto de acuerdo a la normatividad alimentaria vigente.
- Establecer los costos de producción del producto elaborado

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

La metodología empleada para este proyecto fue la siguiente:

#### **Selección del producto a desarrollar**

Esta etapa consistió en seleccionar un producto que fuera formulado, utilizando harina de malanga.

#### **Elaboración de prototipos**

En esta etapa se diseñaron diferentes prototipos o formulaciones partiendo de una fórmula base.

#### **Evaluación sensorial**

Esta etapa consistió en evaluar sensorialmente los diferentes prototipos para elegir en base a una prueba de aceptación, que producto presenta mayor nivel de agrado a través de una escala hedónica de cinco puntos que va desde me gusta mucho hasta me disgusta muchísimo.

Se utilizaron para ello 50 jueces no entrenados en la Universidad Tecnológica de Tabasco en el laboratorio de Análisis Sensorial.

#### **Caracterización del producto**

Esta etapa consistió en evaluar el producto seleccionado en base a lo especificado en la norma *NOM-147-SSA1-1996 Bienes y Servicios. Cereales y sus productos. Harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales.*

### **RESULTADOS**

#### **Selección del producto**

Este producto fue diseñado y seleccionado a partir de la idea de la utilización de la malanga, con la finalidad de tener un alimento rico en carbohidratos para proporcionar energía.

#### **Elaboración de prototipos o desarrollo de la formulación**

Se formularon 3 prototipos de harina para atole como se muestra en el Cuadro 1 tomando en consideración una formulación base emitida en la Guía de Comida Mexicana de Robin Grose

Cuadro 1. Formulaciones de prototipos

INGREDIENTE	ATOLESABOR FRESA			ATOLESABOR CHOCOLATE			ATOLESABOR CANELA		
	FORMULACION			FORMULACION			FORMULACION		
	ASF 01	ASF 02	ASF 03	ASC 01	ASC 02	ASC 03	ASN 01	ASN 02	ASN 03
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Harina	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Leche en polvo	9.5%	9%	8.5%	9.5%	9%	8.5%	9.0%	8.5%	8.0%
Colorante	0.5%	1%	1.5%	0.5%	1%	1.5%			
Canela en polvo							1.0%	1.5%	2.0%

El proceso de elaboración de la harina de malanga para preparar atole se muestra en la Figura 1.

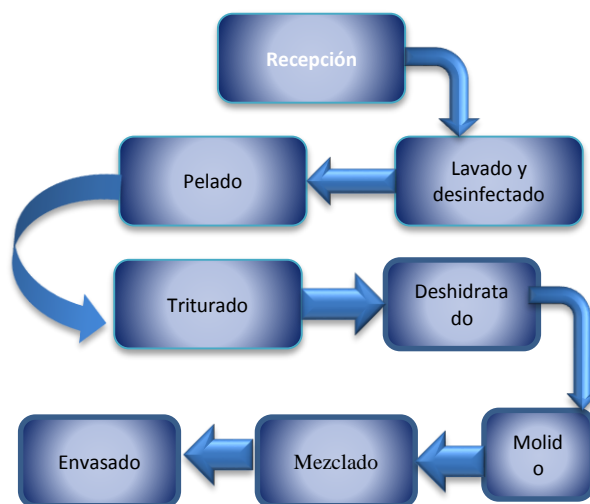


Figura 1: Proceso de elaboración de harina de malanga para atole

### Evaluación sensorial

Las siguientes graficas nos muestran el grado de aceptación global que presentó cada una de las formulaciones, esto como resultado de la pregunta ¿Qué formulación le gusto más?

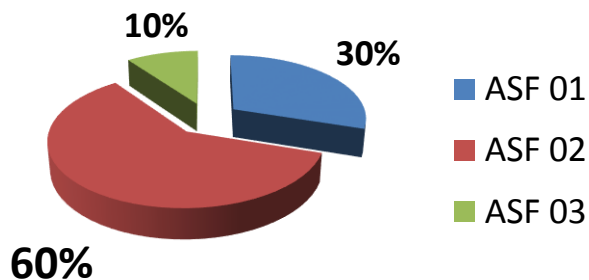


Figura 2: Porcentaje de aceptación de prototipos de atole de fresa

Como se puede observar en la Figura 2, la formulación ASF 02 fue la que presentó mayor nivel de aceptación entre los jueces, con un 60% por lo que con estos resultados se seleccionó este prototipo como el mejor para preparar atole sabor fresa.

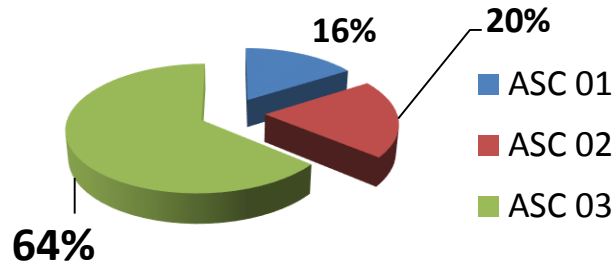


Figura 3: Porcentaje de aceptación de prototipos de atole sabor chocolate

Como se puede observar en la Figura 3, la formulación ASC 03 fue la que presentó mayor nivel de aceptación entre los jueces, con un 64 % por lo que con estos resultados se seleccionó este prototipo como el mejor para preparar atole sabor chocolate.

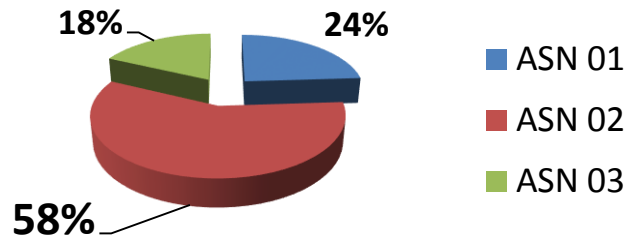


Figura 4: Porcentaje de aceptación de prototipos de atole sabor canela

Como se puede observar en la Figura 4, la formulación ASN 02 fue la que presentó mayor nivel de aceptación entre los jueces, con un 58 % por lo que con estos resultados se seleccionó este prototipo como el mejor para preparar atole sabor canela.

### Caracterización del producto

#### Información Nutricional

En el siguiente Cuadro se muestra la composición nutricional de la harina de malanga saborizada para preparar atole.

Cuadro 2. Análisis nutricional de la harina para preparar atole

Componente	Gramos en 100 gramos de harina para preparar atole
Humedad	10.20
Proteínas	13.32
Grasa	0.98
Carbohidratos	65.13
Fibra	5.50
Minerales	5.26
Kcal por porción (250 ml)	78.31 Kcal

Como se puede observar en el cuadro anterior el producto obtenido contiene más del 65 % de carbohidratos, lo que le hace un alimento rico en aporte energético que en algún momento puede mejorar el nivel nutricional de la población. Se muestra también que su aporte de proteínas es elevado y puede ser mejorado aún más cuando este producto sea preparado con



leche. Destaca también el alto contenido de fibra del producto, lo que el consumo de esta bebida puede ayudar al funcionamiento digestivo.

### Especificaciones sensoriales

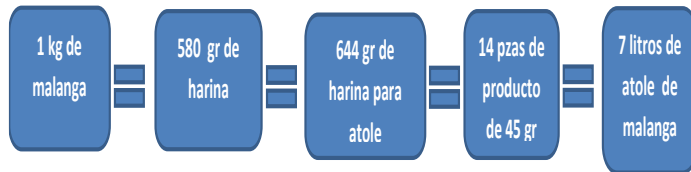
En el siguiente Cuadro muestra las especificaciones sensoriales del producto obtenido y su comparación con la normatividad correspondiente NOM-147-SSA1-1996. Bienes y servicios. Cereales y sus productos.

Cuadro 3. Especificaciones sensoriales de la harina para preparar atole de malanga

Parámetro	Especificaciones		Observaciones
	Norma	Harina para atole de malanga	
Color	Característico	Ligeramente rosa (fresa) Ligeramente café (chocolate) Blanco (canela)	Si cumple
Olor	Característico y libre de olores extraños	Característico y libre de olores extraños	Si cumple
Sabor	Característico y libre de sabores extraños	Dulce y libre de sabores extraños	Si cumple
Consistencia	Polvo	Polvo	Si cumple

### Rendimiento

En la siguiente Figura se muestra el rendimiento obtenido de harina para preparar atole de malanga partiendo de este tubérculo



### Costo de materias primas

En el Cuadro 4, se muestra el costo por unidad de la harina para preparar atole saborizado. Cabe señalar aquí que los costos que se presentan en el cuadro solo incluyen los costos por materias primas, además de considerarse los costos por menudeo. Por lo que para una producción mayor, estos costos disminuirían considerablemente al adquirirse las materias primas por mayoreo.

Cuadro 4. Costo de la harina para preparar atole saborizado de malanga

Material	Unidad	Costo por unidad	Cantidad utilizada	Costo
Malanga	Kg	\$ 10.00	50	\$ 500.00
Leche en polvo saborizada	Kg	\$ 27.00	2.9	\$ 78.30
Colorante	Kg	\$ 50.00	0.32	\$ 16.00
Etiqueta	Pza	\$ 0.80	700	\$ 560.00
Caja	Pza	\$ 0.30	700	\$ 210.00
Total				\$ 1,364.30
Costo por unidad				\$ 1.95

### CONCLUSIONES

Son muchos los productos que se pueden elaborar con este tubérculo, tal es el caso de este proyecto donde después de haberlo concluido se puede afirmar que es posible elaborar una harina para preparar atole saborizada de alto valor nutricional, que cumple con lo establecido



por la normatividad y sobre todo económico que puede ser utilizado en la alimentación, lo que mejoraría el nivel nutricional de la población consumidora. Además de aumentar el aporte energético de la dieta.

#### **Futuras líneas de Investigación**

Para mejorar este proyecto, se recomienda elaborar estudios que permitan fortificar con nutrientes como hierro, ácido fólico y algunas vitaminas esta harina para aumentar con ello su aporte nutricional.

Elaborar un estudio de vida de anaquel para este producto.

Elaborar estudios que permitan mejorar e incentivar el cultivo de este tubérculo

#### **LITERATURA CITADA**

Instituto Nacional de Salud Pública. Encuesta Nacional de salud y Nutrición. 2006. Secretaría de Salud. 2007. México. Dirección URL: <http://www.insp.mx/ensanut/sur/Tabasco.pdf>  
Consulta: 10 de Junio 2011.

Madrid, A., Cenzano, I., Vicente J.M. 1994. Nuevo manual de industrias alimentarias. Madrid: Mundi Prensa.

Colbin, A.M. 1993. El poder curativo de los alimentos; nutrición, auto curación y bienestar. Editorial Robinbook. España.

CYTED. 2002. Temas en tecnología de alimentos Volumen 1. México: Alfa omega- IPN

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación .2013. Agricultura. Enlaces relacionados. SIAP (Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera) Pedrero, F., Pangborn, R.M., Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos. Editorial Alhambra Mexicana. México 1989.

Secretaria de Salud. 2013. Norma Oficial Mexicana NOM-147-SSA1-1996 Dirección URL: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/147ssa16.html>



## PROCESO DE SECADO SOLAR PARA EL GRANO DE CAFÉ

Roa D., R<sup>1</sup>.; Quintanar O., J<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>INIFAP - C. E. San Martinito.  
Km. 56.5 Carretera federal México-Puebla. Tlahuapan, Pue.  
roa.refugio@inifap.gob.mx

T-12

### RESUMEN

Se denomina como beneficio al proceso de obtención de café pergamino seco a partir de café cereza y comprende las siguientes etapas: clasificación, lavado, despulpado, remoción de mucílago y secado. De estas etapas, el secado es fundamental, ya que tiene como finalidad disminuir el contenido de humedad del café lavado (varia de 48 a 56% en base húmeda) a un rango que oscile entre el 10% y 12% de humedad, niveles de humedad apropiados para inhibir la formación de hongos y evitar que el grano sufra daños en su aspecto físico y composición química. El secado del grano es la etapa más costosa (aproximadamente el 90%) del proceso de transformación de café cereza a pergamino seco y la que más tiempo requiere para su desarrollo. Una de las formas de secado es utilizar los secadores que aprovechan el “efecto invernadero” que ocurre en el interior de estas construcciones. Los resultados de 13 muestras evaluadas, presentan una variación de humedad entre 11.30% a 12.20% en base húmeda, quedando nueve muestras en el rango de 10% a 12% de humedad que indica la Norma Oficial NMX-F-177-SCFI-2009. El tiempo utilizando para secar el grano de café en el secador solar fue de 5 días en promedio.

**Palabras clave:** *Café pergamino, secador solar, humedad de grano.*

### INTRODUCCIÓN

El beneficio del café es un proceso mediante el cual se obtiene café pergamino seco a partir de café cereza. El proceso comprende una serie de operaciones como lavado, despulpado, remoción de mucílago y secado. De todas sus etapas la de mayor relevancia es el secado, que tiene como finalidad disminuir el contenido de humedad del café de 53% en base húmeda a un rango que oscile entre el 10% y 12% de humedad, apto para su comercialización.

El proceso tradicional del secado del grano de café es mediante el uso de planillas de concreto (asoliaderos) pero tienen el problema que al utilizarlas en la ocurrencia de nortes, alargan el tiempo de secado y exponen al café a un rehumedecimiento por exponerlo en forma de montones, lo cual disminuye la calidad física y sensorial del aromático.

Una de las alternativas de solución, es realizar el proceso de secado del grano de café en el interior de un secador solar tipo invernadero, con lo cual; se obtendrá mayor oportunidad de comercializar el café con menor cantidad de defectos (mancha), con inocuidad sobresaliente y alta calidad sensorial, acercándose al concepto de café orgánico, donde deben cumplirse requisitos específicos en la etapa de secado tales como: el aprovechamiento máximo de la energía del sol, evitar el contacto del grano con el suelo (CERTIMEX, 2009). Además, solo se permite el plástico elaborados por polietileno o polipropileno con fines de protección siempre y cuando el café no entre en contacto directo con el plástico (Paswan y Mohit, 2010).

El objetivo fue evaluar el secado de grano de café utilizando un secador solar aprovechando el efecto invernadero que se genera en su interior de este tipo de construcciones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El proceso de secado solar, consiste en colocar el grano de café lavado en capas de aproximadamente de 3 cm de grosor sobre charolas de malla colocadas en el interior de un secador solar tipo invernadero.

El tiempo requerido para su ejecución estará definido por la disponibilidad de materia prima como es café lavado, obtenido durante el ciclo de cosecha integrado por los meses de octubre hasta abril. Es importante instalar el secador tipo invernadero un mes antes de la cosecha para asegurar que no tenga filtraciones de agua pluvial.

### Construcción del secador solar

El diseño del secador es de tipo invernadero y consta de cinco partes fundamentales: Cobertura plástica, colector solar, cámara de secado, circulación forzada de aire y control de humedad y temperatura (Quintanar, 2005).

La instalación del secador, se realizó en una área de 3.5 x 6.30 m, en terreno nivelado y aplanado, expuesto al sol la mayor parte del día y considerando la dirección de la circulación del aire. Para la cobertura, se utilizó plástico tetra térmico calibre 800. El colector solar se hizo con lámina galvanizada pintada de color negro colocada en el interior de la cubierta plástica, la circulación forzada de aire se realizó con un ventilador axial con motor de 0.5 hp. Se incluyó un higrómetro digital para monitorear la temperatura y humedad.

### Utilización de charolas

Se utilizaron charolas hechas con bastidor de madera y malla sombra 80% con dimensiones de 0.30 X 0.85 m, las cuales sirvieron como camas de secado (Figura 1).



Figura 1. Charolas para secado del grano de café

Para la evaluación del proceso de secado solar, se utilizó café de la especie *Coffea arabica* L.; cosechado, despulpado, fermentado y lavado.

Inmediatamente al lavado, se expuso el grano de café en capas de aproximadamente 3 cm de grosor sobre las charolas para obtener 4 kg de café pergamino al 12% de humedad y se colocaron dentro del secador solar tipo invernadero. Cada 3 horas, se hizo una remoción del grano de café para uniformizar el secado y comprobar el 12% de humedad del grano mediante la prueba manual (Figura 2).



Posteriormente, se realizó el muestreo para determinar el rendimiento de café pergamino a café oro, se determinó el porcentaje de mancha y el color adquirido hasta la finalización del secado.



Figura 2. Prueba manual

### Registro de variables

Con un hidrómetro digital, se registró la humedad del grano de 13 muestras (una muestra igual a 100 g.). Se anotó el número de días utilizados en el secado. Se determinó el rendimiento de café pergamino a café oro y el porcentaje de grano quebrado considerado como mancha.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de humedad del café pergamino obtenido en el secador solar varió de 11.30 a 12.20 (Cuadro 1). La comparación de medias señala dos muestras con un porcentaje del 12 %. Otras siete muestras con valores de 11.30 % a 11.90 %. Así, nueve muestras se encontraron dentro del rango del 10 % a 12 % de humedad que indica la Norma Oficial NMX-F-177-SCFI-2009, café verde de especialidad - especificaciones, clasificación y evaluación sensorial (SE, 2009). Cuatro muestras salen del rango permisible especificado por la norma.

El porcentaje promedio de grano quebrado considerado como mancha fue de 5.6 % con una desviación estándar de 0.81. El porcentaje total de mancha incluyendo granos negros fue menor al 10 %, por lo cual; no alcanza el castigo de precio. El color del grano sin el pergamino (endocarpio) fue uniforme y tuvo una tendencia de verde azulado, debido a que se utilizó café de zona baja. La calificación de la infusión correspondiente a taza limpia según la escala de cafés especiales fue de 10, lo que significa que no presenta olores extraños como olor a tierra, moho y sobrefermentación. Se considera un café higiénico por no estar el grano de café en contacto con el piso.

El proceso tradicional de secado del grano de café es 9 días aproximadamente mientras que utilizando un secador solar se reduce a 5 días en promedio. Lo que se infiere que el tiempo de secado se disminuye hasta un 40 % aproximadamente (Figura 3). Estos resultados están dentro del rango y son congruentes con lo reportado por Mendieta (2011), que reporta un tiempo de secado que varía de 3-12 días, dependiendo de las condiciones climáticas.

Cuadro 1. Porcentaje de humedad del café pergamino

Tratamiento	Media
11	12.20 a
12	12.20 a
9	12.10 b
10	12.10 b
7	12.00 c
8	12.00 c
5	11.90 d
6	11.90 d
4	11.80 e
3	11.70 f
2	11.70 f
1	11.60 g
13	11.30 h

Nivel de significancia = 0.05

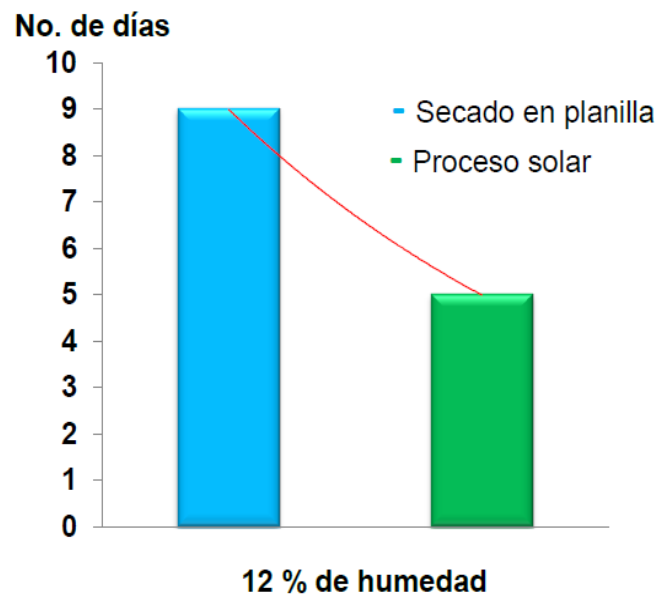


Figura 3. Tiempo de secado del grano de café

### CONCLUSIONES

- El tiempo para secar café utilizando un secador solar es de 5 días en promedio. Lo que se infiere que el tiempo de secado se reduce hasta un 40 % aproximadamente.
- Utilizando un secador solar para el secado de grano de café, permite incrementar la calidad física y sensorial del grano de café.
- Las charolas deben estar secas antes de colocarlas dentro del secador solar.



- es apropiada para pequeños productores que cultiven café hasta 2 hectáreas.

#### LITERATURA CITADA

- CERTIMEX. 2009. Normas para la producción, procesamiento y la comercialización de productos ecológicos. No. 01. 39 p.
- Mendieta T. J. F. 2011. Secado de café (*coffea arabica*), en tres modelos de secadores solares tipo invernadero con estructura de bambú. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Campus Córdoba. Amatlán de los Reyes, Ver. 43 p.
- Paswan, M.K. & Mohit. 2010. Experimental analysis of solar dryers. Arab Research Institute for Science and Engineering (1):1-9.
- Quintanar O. J. 2005. Construcción y operación de un secador solar para madera. Folleto técnico Núm. 2. INIFAP-CAMPO EXPERIMENTAL SAN MARTINITO. 46 P.
- SECRETARÍA DE ECONOMÍA 2009. Norma Mexicana NMX- F-177-SCFI-2009. Café verde de especialidad - Especificaciones, clasificación y evaluación sensorial.



## UTILIZACIÓN DE UN DESECHO DE LA PRODUCCIÓN DE JUGO DE LIMÓN PERSA (*Citrus Latifolia*) EN LA OBTENCIÓN DE PECTINA CÍTRICA.

Noguera Romero L., Corzo Ríos L. J., Vázquez Lozano P.\*

Departamento de Bioprocesos. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología (UPIBI)- Instituto Politécnico Nacional. Av. Acueducto s.n. Col. Barrio la Laguna Ticomán. México 07340 D.F. México.

T-82

### RESUMEN

El limón persa se considera híbrido de dos especies de *Citrus* se cultiva en áreas tropicales y subtropicales, su principal característica es la de no poseer semillas, contiene 60% al 40% de jugo y el resto es cascara y bagazo, en México se utiliza principalmente para extraer su jugo y en menor cantidad para venderlo en fresco, se ha reportado la producción de jugo de limón persa en 13,523Ton, generando con la cascara un desperdicio no aprovechado y siendo esto una problemática en México. En el presente trabajo se planteó evaluar las condiciones de temperatura, tiempo, relación agua-cascara en el proceso de extracción de pectina a partir de la cascara de limón persa (*Citrus latifolia*) obtenida como desecho del proceso de extracción de jugo, determinado adicionalmente tipo de ácido y la relación alcohol-extracto de pectina. Para definir las condiciones finales de proceso primeramente se evaluó el tipo de ácido orgánico (ácido cítrico) e inorgánico (ácido clorhídrico) en la etapa de la hidrólisis y la relación alcohol-extracto de pectina en la precipitación, el rendimiento y el color final fueron consideradas como variables de respuesta y se analizó con ANOVA simple, siendo el HCL y la relación 1:1 (alcohol-extracto) las que dan un mayor rendimiento. Las condiciones de temperatura (93-70 °C), tiempo (90 y 30min), relación agua-cascara (10:1 y 6:1) se evaluaron con un diseño factorial 2<sup>3</sup>, tomando el rendimiento como variable de respuesta. El análisis de varianza indicó que los tres variables presentaron un impacto significativo así como la interacción temperatura con relación agua-cascara sobre el rendimiento de extracción de pectina. La temperatura fue la variable que más impacto presentó sobre el rendimiento y las mejores condiciones del proceso de extracción resultaron en temperaturas 93 °C, tiempo de 90 min y relación agua-cascara de 10:1, reportando 12.52 % de extracción de pectina.

**Palabras clave:** Pectina cítrica, Limón persa, Extracción ácida

### INTRODUCCIÓN

El limón persa (*Citrus Latifolia* L.), se considera como un híbrido desarrollado entre *Citrus urantifolia* y algún otro *Citrus sp.* Se desarrolla en áreas tropicales y subtropicales. La producción de limón persa en México es todo el año, no obstante, cuando tenemos la temporada de lluvias, el volumen de producción se incrementa, presentando los mayores rendimientos. A nivel nacional se cultivan 153,442.62 hectáreas de limón persa en 19 Entidades Federativas, las cuales producen 1, 891,403.15 toneladas por año, con un rendimiento promedio de 13.15 ton/ha. Siendo los estados de Veracruz, Tabasco y Chiapas las principales entidad productoras de limón persa (SIAP-SAGARPA, 2009).

En la exportación de cítricos en general destacan por su importancia las exportaciones de fruta fresca (61 %), jugos (16 %), aceites esenciales (12 %), pectinas (6%), cáscaras (4 %) y en menor medida otros productos (1 %). Estas exportaciones representan cerca del 1.8 % de las exportaciones agroalimentarias. Se considera que existen actualmente en México más de 200 empacadoras o beneficiadoras de la fruta fresca y 25 plantas procesadoras que destinan su producción tanto al mercado interno como a exportación (SAGARPA, 2004).



La industria de subproductos del limón persa en México está enfocada a la producción de aceites esenciales, de la cual también se obtiene la cascara deshidratada que es vendida al extranjero para la extracción de pectina principalmente (SAGARPA, 2004) Esta situación en la industria de subproductos es una puerta abierta a muchas oportunidades que la ingeniería alimentaria puede aprovechar.

Las pectinas son muy abundantes en el reino vegetal y son responsables de darle rigidez o firmeza a las frutas (Ting y Rouseff, 1986). Esta sustancia está formada fundamentalmente por restos de ácido  $\alpha$ -D-galacturónico unidos por enlaces 1-4 glicosídicos. La cadena principal posee sin embargo segmentos que contienen abundantes restos de L-ramnosa y en pequeñas cantidades también D-galactanos (Belitz y Grosch 1999).

Una propiedad muy importante para la industria alimentaria es que pueden formar geles termorreversibles a pH alrededor de 3 y en presencia de sólidos solubles (Ting y Rouseff, 1986). Debido a esta capacidad la pectina es usada a grandes escalas en la fabricación de mermeladas y jaleas, también es utilizada en la estabilización de bebidas y elaboración de helados. (Belitz y Grosch 1999).

La extracción de pectina de frutos, principalmente cítricos, mediante hidrólisis ácida es el principal y más utilizado procedimiento industrial de obtención de ésta, a pesar que en los últimos años se están realizando estudios de extracción de pectina por métodos enzimáticos y microbiológicos (Belitz y Grosch 1999, Devia, 2012).

La industria de subproductos específicamente la de extracción de pectina a partir de la cascara de limón puede verse presente en México solo hace falta implementar el proceso en las regiones donde existe desechos del limón tal es el caso de las productoras de jugo de limón persa y en menor cantidad las extractoras de aceite esencial.

### **Objetivo**

Evaluar las condiciones de temperatura, tiempo, relación agua-cascara en el proceso de extracción de pectina a partir de la cascara de limón persa (*Citrus latifolia*) obtenida como desecho del proceso de extracción de jugo, determinado adicionalmente tipo de ácido y la relación alcohol-extracto de pectina.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

La primera parte de este trabajo consistió en definir el tipo de ácido, cítrico o clorhídrico, para modificar el pH de la solución y para conocer qué cantidad de alcohol utilizar en la precipitación. Se ajustó el pH a 1.5 para la etapa de hidrólisis con soluciones de ácido al 0.5N. Se realizó la hidrólisis con muestras de 50g de cascara seca. Se prepararon soluciones a pH de 1.5, una de ellas con HCl y otra con ácido cítrico ambas al 0.5N. Se agregó con una relación agua-cascara 6:1, temperatura (93°C) y tiempo de hidrólisis (60 min) constante.

En la etapa de precipitado se introdujeron tres valores de relación alcohol-extracto de pectina, que fueron 1:1, 0.75:1 y 0.5:1, las variables de respuesta fueron los rendimientos y evaluación del aspecto de la pectina.

Extracción de la pectina:

La cascara de limón persa utilizada fue obtenida después de extraerle el jugo al fruto, se separó manualmente del gabazo, se cortó en trozos, para así facilitar el secado y la posterior hidrólisis. Se utilizó 50g de cáscara seca en cada experimento. Se adicionó HCl 0.5N al agua hasta alcanzar un valor de pH=1.5, se calentó en una parrilla hasta alcanzar la temperatura deseada, una vez



logrado esto se agregó la cascara seca y se mantuvo a la temperatura requerida durante el tiempo establecido en el diseño experimental. Posterior a la hidrólisis, al mezcla fue filtrada, se separó el extracto de pectina (liquido) y la cascara de limón, ambos productos fueron medidos. Para precipitar se utilizó alcohol etílico al 90% en proporción 1:1, se agitó y se dejó reposar durante 15 minutos. Se realizó al igual que el filtrado anterior utilizando tela manta de cielo. La pectina fue secada en una estufa de convección natural a una temperatura de 45 °C durante 24h.

### Diseño Experimental

Para evaluar el rendimiento de extracción de pectina, se utilizó un diseño factorial  $2^3$ , teniendo como variables la relación agua-cáscara (10:1 y 6:1), temperatura (93 y 70 °C) y tiempo de agitación (90 y 30min) y 3 repeticiones al punto central (8:1, 80 °C y 60 min).

Para los experimentos de tipo de ácido y relación alcohol: extracto de pectina se trataron los datos mediante análisis de varianza simple. Para analizar los resultados del diseño factorial se realizó un ANOVA y fue analizada con ayuda del programa estadístico Statgraphics Centurión versión 16.1. Además para definir el mejor tratamiento se realizó un análisis de medias, con la prueba de Tukey con 10% de significancia.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los rendimientos obtenidos para la extracción de pectina con ácido cítrico (de los no mostrados) fueron mayores que los obtenidos con HCl, sin embargo la apariencia de la pectina seca obtenida con ácido cítrico no fue la esperada, pues fue de coloración café oscuro y duro. En caso contrario la pectina obtenida con HCl, fue similar a la comercial, después del secado esta fue una lámina de color amarillo claro, opaca y fácilmente molida, esto coincide con los resultados obtenidos en la extracción de pectina de cascara de maracuyá, en donde se evaluaron estos mismos ácidos, encontrando que el ácido clorhídrico es mejor opción (López y Vélez, 2013).

El análisis de medias para la precipitación de la pectina con distintas relaciones alcohol: extracto de pectina, señaló que el mejor tratamiento fue con la relación 1:1, pectina independientemente del ácido para la extracción.

En el cuadro 1, se observan los rendimientos obtenidos en el proceso de extracción ácida de pectina a partir de cascara de limón persa de acuerdo al diseño experimental utilizado, en donde se puede observar que mediante un análisis de medias, donde se identificaron 5 grupos que son diferentes entre sí a un nivel de significancia de 10%, siendo las condiciones del experimento L8 y L4 los que mayores rendimientos de pectina presentaron.

Cuadro1. Rendimientos obtenidos en el proceso de extracción ácida de pectina a partir de cascara de limón persa.

Experimento	Relación agua-cascara	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Rendimientos (%)
L1	6:1	70	40	0.19 <sup>e</sup>
L2	10:1	70	40	0.39 <sup>d,e</sup>
L3	6:1	93	40	5.64 <sup>c</sup>
L4	10:1	93	40	11.35 <sup>a</sup>
L5	6:1	70	90	3.99 <sup>d</sup>
L6	10:1	70	90	4.46 <sup>d</sup>
L7	6:1	93	90	6.37 <sup>b</sup>
L8	10:1	93	90	12.52 <sup>a</sup>
PC	8:1	80	60	*5.31 <sup>c</sup>

Nota: Los números seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes entre sí, y dos números marcados con letras distintas son significativamente diferentes entre sí. \* El rendimiento en PC es la media de los tres puntos centrales.

El ANOVA arrojó que todas las variables y sus interacciones resultaron significativas a excepción de las interacciones relación agua: cáscara y la interacción triple. La ecuación que predice el rendimiento de extracción de pectina se muestra en la ecuación 1, los coeficientes interacción AC y ABC pueden ser excluidos de esta ecuación debido a que estos no tienen un impacto significativo en la variable de respuesta.

$$\begin{aligned} \text{Rendimiento} = & ( 5.53009 + 1.5641 * \text{Relacion A: C} ) + ( 3.35513 * \text{Temperatura} ) \\ & + ( 1.22162 * \text{Tiempo} ) + ( 1.39962 * \text{Relacion A: C} * \text{Temperatura} ) \\ & - ( 0.745375 * \text{Temperatura} * \text{Tiempo} ) \end{aligned} \quad (\text{Ec. 1})$$

De acuerdo con la ecuación 1, la temperatura, resultó ser la que más influye, por lo que manejar ésta en el valor más alto (93°C) daría mayores rendimientos, lo cual coincide con otros investigadores, que ha reportado al analizar las condiciones de pH y temperatura en la obtención de pectina a partir de la cascara de limón francés, que al aumentar la temperatura de hidrólisis se alcanzan máximos rendimientos (Baltazar y col, 2013).

El incremento de la temperatura debe de ir acompañada de una relación agua-cascara alta (factor interacción AB), una relación alrededor de 10:1 es la recomendada, esto se ve reflejado en la figura 1 que demuestra que para tener rendimientos altos es necesario temperatura alta y una relación agua-cáscara 0:1, pues de esta forma se favorece la liberación de la pectina, además de que al estar más diluida la viscosidad del medio será menor, facilitando así la agitación.

También el tiempo fue un factor importante aunque no tan influyente como la temperatura, por lo que este puede ser manejado alrededor de 1h, observando la figura 2 se ve que para obtener buenos rendimientos el tiempo puede ser disminuido pero la temperatura debe de ser alta y según lo mostrado en la figura 3, también será necesario una relación agua-casa alrededor de 10:1.

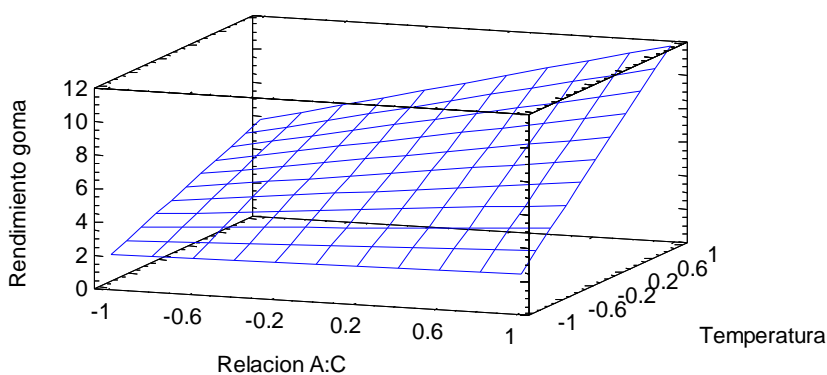


Figura 1 Superficie de respuesta estimada, Relación A: C-Temperatura

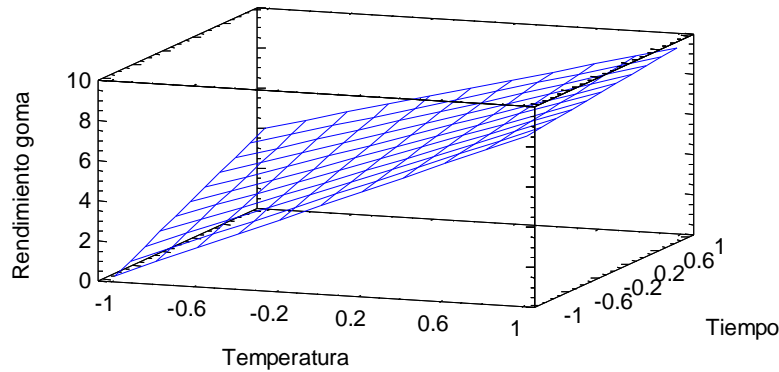


Figura 2 Superficie de respuesta Temperatura-tiempo

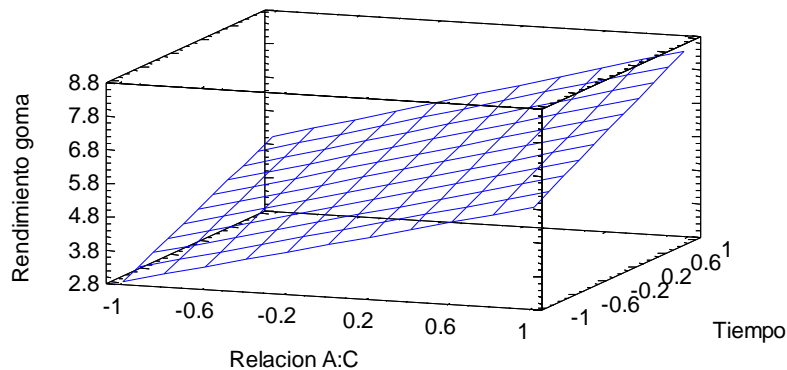


Figura 3 Superficie de respuesta estimada, Relación A: C-tiempo

Con los resultados anteriores se puede tomar en cuenta 2 aspectos, considerando utilizar menos tiempo de hidrólisis para aumentar la velocidad de proceso, y usar temperaturas de ebullición y relaciones agua cascara cercanas a 10:1, si lo que se requiere es ahorro de energía de calentamiento, pueden ser utilizadas temperaturas entre 70-85 °C, con tiempos arriba de una hora y relación agua-cascara igual que el caso anterior.

## CONCLUSIONES

Se encontró que los desechos generados por las productoras de jugo persa pueden ser utilizados para la extracción de pectina con una hidrólisis ácida, utilizando ácido clorhídrico para ajustar el pH y la relación 1:1 alcohol etílico-extracto de pectina en la etapa de precipitación, dio mayor rendimiento.

Las tres variables estudiadas (temperatura, tiempo, relación agua-cascara) presentaron un impacto significativo en el rendimiento final de la pectina, así como la interacción temperatura con relación agua-cascara, por lo que temperaturas cercanas a la de ebullición, tiempos 90 min y relación agua-cascara de 10:1, dio mayores rendimientos.

## LITERATURA CITADA.

SIAP-SAGARPA, CEDEFUIT [en línea], México 2009 [consulta 26-02-2014], Disponible en:

<http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ventana.php?idLiga=1042&tipo1>

Glahn, P. E. (2000). Pectin process and composition. U.S. Patent 6,207,194

Ting, S. V.; Rouseff, Russell L. Citrus Fruits and their products. Marcel Dekker, Inc. 1986. New York. USA.

H.D. y Grosch W. P. Química de los Alimentos. 2da Edición. Editorial Springer-Verlag GmbH & Co., KG. 1999. Berlín Alemania.





Devia Pineda Jorge E., Proceso para producir Pectinas Cítricas [en línea], Colombia, 2012 [Consulta 26-02-2014], disponible en:

<http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidadeafit/article/view/918>

López Párraga Viviana Narcisa, Vélez Moreira Ana Karen (20013). Ácido cítrico y clorhídrico en las características físico-químicas de pectina obtenida de albedo de maracuyá (*passiflora edulis*). Tesis, Carrera de agroindustrias, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador.

SAGARPA. Diagnóstico y plan rector del sistema de producto cítrico (limón mexicano y limón persa) [en línea], México, 2004, [consulta 26-02-2014], disponible en:

<http://www.oedrusoaxaca.gob.mx/Estudios/diagnostico/DIAGNOSTICO%20CITRICOS.s>  
wf



## OBTENCIÓN DE XILITOL MEDIANTE HIDROGENACIÓN DE XILOSA DE OLOTE DE MAÍZ

Martínez C. A. Y. <sup>a</sup>, \*Suárez P. E. E<sup>b</sup>, Esquivel R. M. E.<sup>a</sup> y Ramírez C. F. de J.<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Madera Celulosa y Papel, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara

<sup>b</sup> INIFAP Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, C. E. San Martinito, Puebla Carretera Federal México-Puebla Km 56.5, San Martinito, Tlahuapan, C.P. 74100, Puebla, México, e-mail: suarez.edna@inifap.gob.mx

T-18

### RESUMEN

Se estudió la obtención de xilitol mediante hidrogenación de xilosa de olole de maíz. La xilosa se obtiene mediante tratamiento con vapor directo a presiones de 7, 8, 9, 10 y 11 kg/cm<sup>2</sup> y tiempos de residencia de 5, 10 y 15 minutos, seguida de una extracción acuosa, filtración y concentración del extracto. Las condiciones seleccionadas del proceso fueron 15 minutos a 10 kg/cm<sup>2</sup>, con las cuales se obtiene 19 % de material solubilizado. El extracto se hidrolizó con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 3 % m/v durante una hora a 121 °C obteniéndose 13 % como azúcares reductores o 12.4 % como xilosa, con respecto al olole. La hidrogenación se realizó en un reactor Parr a temperaturas entre 20 y 150 °C, a tiempo fijo de 3 horas, presión de 10 kg/cm<sup>2</sup>, empleando 8 % de catalizador Raney-Nickel con respecto a xilosa. La proporción xilosa/agua fue constante de 3.25 g/50 ml. En esta etapa del estudio se utilizó xilosa grado reactivo para establecimiento de las variables del proceso. Los parámetros de respuesta fueron rendimiento de xilitol cuantificado por HPLC y contenido de azúcares reductores residuales. Bajo las condiciones mencionadas se obtuvo la mayor conversión de xilosa a xilitol, por 42.5 % a la temperatura de 150 °C.

**Palabras clave:** Xilitol, Xilosa, Hidrogenación, Olole de maíz, Azúcares reductores.

### INTRODUCCIÓN

El xilitol es un poli-alcohol que se utiliza como edulcorante para diabéticos, se le atribuyen propiedades anticariogénicas y cariostáticas (Agblevor, *et al.*, 2000). Por estas razones, el xilitol es una de las más valiosas y viables alternativas sobre el consumo de sacarosa, además, se utiliza en preparaciones para higiene bucal, alimentos dietéticos, productos para diabéticos y preparaciones farmacéuticas.

El poder edulcorante del xilitol es similar al de la sacarosa y su valor calórico es de 2.4 cal/g, siendo el de la sacarosa 3.9 cal/g (Heikkilä 2003). El xilitol se puede obtener mediante la hidrogenación catalítica de xilosa, o por fermentación de este azúcar por medio de microorganismos como bacterias, mohos o levaduras (Rivas, *et al.*, 2006). Se obtiene químicamente mediante la reducción de xilosa con hidrógeno, en presencia de un catalizador tipo Raney-Nickel y agitación vigorosa. Se utilizan altas presiones de hidrógeno y temperaturas altas. La alta presión es necesaria para aumentar la solubilidad del hidrógeno en solución, mientras que la necesidad de temperaturas altas deriva del hecho de que la reacción es muy dependiente de esta variable (Mikkola, *et al.*, 2003). La reacción que se lleva a cabo en esta etapa es la reducción del grupo carbonilo de la xilosa de la forma abierta, produciendo el xilitol.

La obtención de xilitol puede ser de tres formas, extracción líquido-sólido, reducción química de xilosa y por conversión biotecnológica. Tanto el proceso químico como el biotecnológico se inician con la hidrólisis de materiales lignocelulósicos ricos en xilanas. La extracción líquido-sólido es un proceso económicamente no viable ya que la proporción de extracción es muy baja



menor a 0.900g/100g. La reducción química es un proceso que se inventó en 1977 por Asko Melaja, incluye cuatro etapas básicas: 1) hidrólisis ácida del material vegetal, 2) purificación de la xilosa obtenida, 3) hidrogenación catalítica para formar el xilitol y 4) rendimiento del proceso. El proceso biotecnológico, consiste en la fermentación de hidrolizados hemicelulósicos (Tamanini y Oliveira, 2004).

La vía microbiológica es prometedora debido a que la bioconversión se da directamente en el hidrolizado y se utilizan temperaturas y presiones menores por lo que resulta un proceso más económico, sin embargo, es importante señalar que en este proceso se pueden desprender sustancias tóxicas que inhiben la acción de los microorganismos por lo cual es importante utilizar métodos fisicoquímicos complementarios, entre los más estudiados están el de adsorción con carbón activado, otro es la purificación con resinas de intercambio iónico que remueven compuestos fenólicos, furánicos y metales, además de ácidos orgánicos e inorgánicos (Viñals, *et al.*, 2006). Se ha demostrado que las levaduras son buenas productoras de xilitol, especialmente aquellas del género *Candida*. Estas reducen la xilosa a xilitol bajo la acción de una enzima denominada xilosa reductasa (Rodríguez, *et al.*, 2003). El método de hidrólisis ácida es el más común, durante la hidrólisis tiene lugar la reacción de formación de los azúcares. La solución obtenida recibe el nombre de hidrolizado, el cual es un líquido amarillo verdoso, sus principales componentes son los azúcares: xilosa, glucosa y arabinosa, otros componentes que se forman son el furfural, ácido acético, y compuestos fenólicos los cuales son nocivos al proceso de hidrogenación catalítica de la conversión de xilosa a xilitol. El otro producto que se obtiene es el residuo llamado celolignina, el cual puede ser utilizado como combustible del propio proceso (Napoles *et al.*, 2005).

La obtención de xilosa se produce mediante la hidrólisis de las xilanas contenidas en materiales lignocelulósicos como lo es el olote de maíz, del cual se reporta un 41% de pentosanos, en su mayoría xilanas (Esquivel, 2005). Un método de extracción que puede ser viable para la extracción de xilitol es el método de explosión de vapor consiste principalmente en someter un material fibroso a una presión de vapor directo entre 8 a 14 Kg/cm<sup>2</sup> por tiempos de residencia entre 1 a 30 minutos. Al final del tiempo de residencia se libera bruscamente el contenido del reactor, causando un ablandamiento y un cierto grado de apertura del tejido fibroso. Induciendo una hidrólisis parcial de las hemicelulosas que conjuntamente con la formación de ácidos, que contribuyen a una auto-hidrólisis de los carbohidratos. Este principio ha sido usado por Zúñiga (1987) para la producción de forrajes de alta digestibilidad para animales rumiantes a partir de diversos materiales como bagazo de caña y otros. Este proceso tiene la ventaja de no utilizar ningún reactivo químico, y es muy simple su operación.

### **Objetivo**

Mediante extracción con vapor se pretende lograr la auto-hidrólisis total o parcial de las xilanas del olote de maíz y obtener por medio de reacción catalítica con hidrogenación el xilitol.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Preparación del material**

Se utilizó olote de maíz de la variedad *D-526*, cultivada en la zona del valle de Tesistán, Jalisco. El olote se trituró en un molino convencional de martillos utilizando una criba con perforaciones de 6 mm de diámetro. Las partículas obtenidas se tamizaron sobre una malla con perforaciones de 1.5 mm de diámetro, seleccionando la fracción retenida sobre esta malla, las cuales tuvieron un diámetro de 5±1 mm, se determinó la humedad del olote tamizado mediante su secado en una estufa Imperial III (Lab-Line) a una temperatura de 100 °C ± 5.

### Extracción con vapor

Se realizaron ensayos de extracciones con vapor de agua a muestras de 200 g Base seca de olote, previamente trituradas y tamizadas, para determinar las condiciones ideales donde se obtiene una mayor cantidad de hemicelulosas hidrolizadas. Dichas extracciones fueron realizadas a diferentes condiciones: presión vapor de 7, 8, 9, 10 y 11,5 Kg /cm<sup>2</sup>, y tiempo de tratamiento de, 5, 10 y 15 min. Esta etapa del proceso se llevó a cabo en un reactor con alimentación de vapor directo, con válvula de descarga de tipo bola, que permite la descarga en forma de explosión hacia un ciclón de amortiguamiento. La fracción soluble se recuperó con lavados con agua a temperatura ambiente y filtrado. Para recuperar el material solubilizado la fracción insoluble se lavó con agua desionizada a 70 °C y agitación durante 30 min, se centrifugó y filtró. Las dos soluciones recuperadas se concentraron en un rotavapor R-151 (Büchi) y se homogenizaron.

Las variables de respuesta propuestas fueron: Material solubilizado, olote residual, rendimiento total en porcentaje, y contenido de azúcares reductores totales en el licor de extracción en g/L. El porcentaje de material solubilizado se determinó, secando un volumen conocido del extracto a 105 °C hasta peso constante, según la siguiente ecuación:

$$\text{Material solubilizado (\%)} = (V)(d)(P) / (m)$$

Donde:

V: Volumen total del extracto (mL)

d: Densidad del extracto (g/mL)

P: Porcentaje del extracto (m) en peso (Ec 2)

m: Peso total de la muestra (g).

$$\text{Peso (\%)} = W/m * 100$$

Donde:

W: Peso de los sólidos (g)

m: Peso de la muestra-olote (g)

El olote residual es la parte insoluble en el proceso de extracción y filtración.

$$m_{bs} = W_2 \approx [W_1 / 100]$$

Donde:

$m_{bs}$ : olote residual en base seca (g)

$W_2$ : olote residual base húmeda (g)

$W_1$ : olote libre de humedad (g)

El rendimiento total es la suma del porcentaje de material solubilizado más el porcentaje de olote residual.  $R = Ec1 + Ec3$

Los azúcares reductores totales se determinaron mediante el método elaborado por Rut y Rodríguez (1968), en el cual se determina la cantidad de Azúcares reductores, que son aquellos, como la xilosa, que presentan un carbono libre en su estructura y pueden reducir en determinadas condiciones, a las sales cúpricas. Las condiciones de extracción utilizadas para el total de la muestra fueron: presión (10 Kg/cm<sup>2</sup>) y tiempo de (15 min).

### Hidrólisis del extracto

Después de la determinación de azúcares reductores en el extracto se realizó una hidrólisis del mismo para averiguar si aún existían cadenas de carbohidratos por hidrolizar, las cuales nos formarían por la acción del ácido más grupos reductores. Este proceso se realizó en una



autoclave (Felisa) a 121 °C durante 1 hora empleando H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 3 % m/v. El hidrolizado obtenido fue filtrado para separar los sólidos (parte no hidrolizada).

#### **Purificación del extracto**

Se realizó la neutralización del hidrolizado obtenido a presión (10 Kg/cm<sup>2</sup>) y tiempo de (15 min), a un pH de 6.36 empleando CaO. La solución neutralizada se centrifugó en un equipo (Heraeus Christ) durante 30 minutos, se decantó y se filtró. El licor ya neutralizado se purificó, mediante el uso de una columna de carbón activado. El flujo del licor por la columna fue de 50 ml/min. Ya pasado el licor por la columna de carbón activado, fue llevado a una columna con resina de intercambio catiónica y seguida de una columna de intercambio iónica de igual manera la velocidad de goteo fue 50 ml/min.

#### **Análisis de carbohidratos HPLC (High Performance Liquid Chromatography)**

Para la cuantificación de xilosa se preparó un estándar de xilosa D (+) (Sigma) con una concentración 0.062 g/10 ml y se inyectaron 15µl al equipo de HPLC.

De la muestra purificada se pasó un volumen conocido por un filtro milipor, se realizó una dilución de 1/10 ya que se contaba con un grado Bx de 12 obteniendo un grado Bx de 0.6 y se inyectaron 15µl al HPLC. Las especificaciones del equipo se muestran a continuación: Liquid Chromatographic (SHODEX), fase móvil: agua, columna:(sugar SP0810) de 8 mm ldx300 mm de longitud, flujo de la fase móvil: 1ml/min, temperatura: 80 °C, detector: Índice de refracción.

#### **Hidrogenación de xilosa grado reactivo**

Se llevaron a cabo una serie de hidrogenaciones de xilosa grado reactivo en un reactor Press React APP 300 ml (parr instrument company) a condiciones constantes de 8 % de catalizador (Raney-nickel) con respecto a la xilosa, 11 bar de presión de hidrógeno, 50 ml de solución de xilosa con una concentración de 3.25 g/50 ml y tiempo de 3 horas, variando la temperatura entre (20, 50, 75, 100,125 y 150 °C).

La solución de xilosa se obtuvo disolviendo 3.25 g de xilosa grado reactivo en 50 ml de agua desionizada y se registró su pH. Se le agregó catalizador al 8 % con respecto a la xilosa, se homogenizó y se volvió a registrar el pH. La solución obtenida se vertió al reactor y se cerró perfectamente para evitar fugas de hidrógeno. Se colocó el regulador de temperatura, programado anteriormente para que registre la temperatura requerida. Se conectó la manguera del tanque de alimentación de hidrógeno a la válvula de entrada del reactor para la alimentación de hidrógeno, y se abrió la válvula de salida del tanque; se dejaron abiertas las válvulas de entrada y salida del reactor para que se purgue el aire contenido en éste. Ya que se purgó el aire se cerraron las válvulas y se dejó abierta la válvula de entrada hasta que se alcanzó la presión requerida. Ya alcanzada la presión, se cerraron las válvulas del tanque de alimentación y se comenzó el calentamiento y la agitación a 1250 rpm y se dejó el tiempo de residencia establecido para la reacción. Terminado el tiempo de reacción, se abrieron las válvulas de salida del reactor gradualmente para eliminar la presión y se dejó enfriar el reactor lo más rápido posible hasta que la temperatura del reactor fue menor de 50 °C. La solución obtenida de la hidrogenación se filtró para separar el catalizador y se dejó enfriar hasta temperatura ambiente y se tomó lectura de pH. La variable de respuesta propuesta para esta etapa fue la cantidad de azúcares reductores en la muestra hidrogenada. Posteriormente se inyectó al HPLC para cuantificar la reducción de xilosa a xilitol.

Teniendo los mejores resultados de la reducción de xilosa grado reactivo a xilitol, a una temperatura de 150 °C. Se realizó un diseño experimental para la muestra (Extracto hidrolizado) obtenido a presión de 10 kg/cm<sup>2</sup> y 15 min. variando el porcentaje de catalizador

Raney-nickel (8 y 10) las condiciones de tiempo dejando la temperatura y el tiempo constantes 3 hr y 150 °C, De igual manera que la xilosa grado reactivo, las variables de respuesta fueron los azúcares reductores totales y cantidad de xilosa y xilitol determinadas por HPLC.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1. Se muestran los resultados de azúcares reductores antes y después de la hidrólisis. En el análisis se observó un incremento de la concentración de azúcares reductores con respecto de las muestras hidrolizadas con las no hidrolizadas. En el tratamiento de 10 min de la muestra hidrolizada, se muestra un incremento de la concentración de azúcares reductores tendiendo a bajar bruscamente en el último punto de presión 11.5 Kg /cm<sup>2</sup>. En el tratamiento de 15 min, se muestra un incremento casi lineal de la concentración de azúcares reductores, tendiendo a bajar ligeramente en el último punto de presión 11.5 Kg /cm<sup>2</sup>. Comparando los resultados de las muestras se determinó que en el tratamiento a 15 minutos y 10 Kg /cm<sup>2</sup> se obtiene la concentración ideal de azúcares reductores (AR) ya que en el punto de 15 minutos 11.5 Kg /cm<sup>2</sup> tiende a estabilizarse con el punto de 15 minutos y 10 Kg /cm<sup>2</sup>.

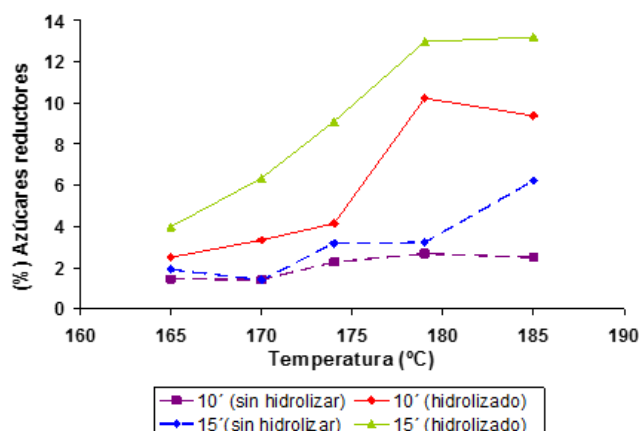


Figura 1. Tendencia de la concentración de AR en las diferentes muestras hidrolizadas y no hidrolizadas en función de la temperatura.

### Obtención de xilosa de olote mediante auto-hidrólisis con vapor.

De acuerdo con los resultados mostrados en la Cuadro 1 y Figura 2. Se observa un efecto combinado de las variables presión y tiempo de tratamiento con vapor, sobre la variable de respuesta, porcentaje de materia orgánica extraída del olote. Se observó un incremento en la eficiencia de extracción, de manera gradual con respecto al aumento de la presión y tiempo, con un máximo de extracción cuando la presión pasa de 10 a 11,5 Kg/cm<sup>2</sup>, esta tendencia se observó a tiempos de extracción de 5, 10 y 15 minutos. En la Figura 3. Se muestra el cromatograma del extracto de olote hidrolizado y purificado, obtenido mediante el método de HPLC. Se puede observar que el pico de xilosa es mayor con respecto a los picos de glucosa y arabinosa; esto muestra un extracto rico en xilosa (51.6 g/L).

Cuadro 1. Concentración de xilosa y xilitol en el extracto de olote hidrogenado a tiempo de 3hr y 11 bares de presión.

<i>Presión de vapor, Kg/cm<sup>2</sup></i>	7	8	8.9	9.9	11.5
<i>Temperatura, °C</i>	165	170	174	179	185
Tiempo de tratamiento: 5 min					
Olote inicial b.s. (g)	200	200	200	200	172
Fracción solubilizada, (%)	4.3	3.7	4.1	5.4	11.7
Olote residual b.s. (g)	93.2	91.2	91.7	90.9	82.7
Rendimiento total (%)	97.5	94.9	95.8	96.3	94.4
Tiempo de tratamiento: 10 min					
Olote inicial b.s. (g)	200	200	200	200	200
Fracción solubilizada, (%)	5.8	5.9	9.0	14.2	23.4
Olote residual b.s. (g)	86.2	87.0	88.8	76.1	65.1
Rendimiento total (%)	92.0	92.9	97.8	90.3	88.5
Tiempo de tratamiento: 15 min					
Olote inicial b.s. (g)	200	200	200	200	200
Fracción solubilizada, (%)	7.1	10.5	13.6	19.2	24.1
Olote residual b.s. (g)	89.3	81.8	79.7	73.3	61.1
Rendimiento total (%)	96.4	92.2	93.3	92.5	85.2

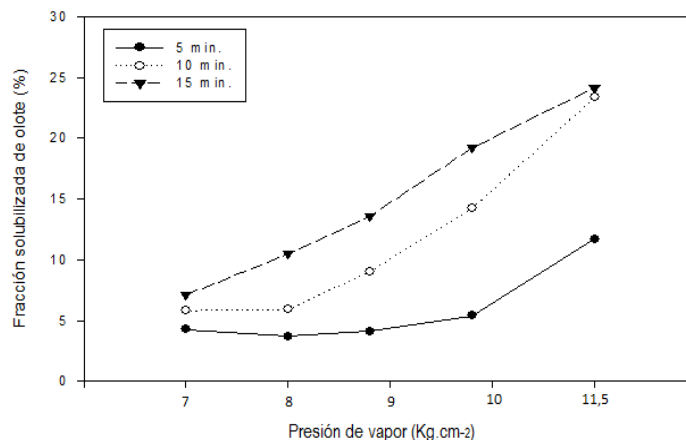


Figura 2. Fracción solubilizada de olote en función de la presión y el tiempo de extracción.

### Evaluación del proceso de Hidrogenación de xilosa de olote.

Como variables más importantes se emplearon valores de temperatura de 100, 125 y 150 °C, en combinación con valores de tiempo de reacción de 2, 3, 4 y 5 horas. En todas las corridas de hidrogenación bajo las combinaciones de temperatura-tiempo se utilizaron muestras de 60 ml del licor de extracto total purificado. El volumen recogido de las muestras hidrogenadas tuvo pequeñas variaciones debidas muy probablemente a la pérdida de licor por evaporación al abrir el reactor después de la reacción. Las muestras de licor hidrogenadas fueron analizadas por HPLC para cuantificación de los monómeros glucosa, xilosa y arabinosa remanentes, así como el contenido de sus productos hidrogenados, sorbitol, xilitol y arabitol respectivamente. El contenido de azúcares monoméricos remanentes y de los productos respectivos, fue ajustado al volumen original de 60 ml para uniformización.

Comparando las temperaturas de tratamiento se observó que al incrementar ésta, disminuye la concentración de xilosa, al mismo tiempo que incrementa la concentración de xilitol. La temperatura a la cual existe una mayor reducción de xilosa a xilitol (1.8 g/50 ml) es a 150 °C. En la Cuadro 2. Se muestra la cantidad de xilosa y xilitol en el extracto de olote hidrolizado (2.8 L). En el análisis por HPLC se observó que con 10 % de catalizador se obtuvo una mejor reducción de xilosa a xilitol. De igual manera se observó que el pH juega un papel importante en la hidrogenación ya que a pH alcalino favorece la reducción de xilosa a xilitol.

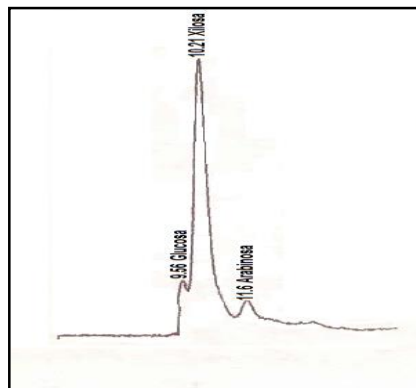


Figura 3. Cromatógrama del extracto de olote hidrolizado.

Cuadro 2. Fracción solubilizada de olote, en función de temperatura, presión y tiempo de extracción.

Muestra	Catalizador (%)	pH Hidrogenación	Xilosa (%)	Xilitol (%)
Extracto-olote	8	4.8	1.08	2.8
Extracto-olote	10	4.09	5.6	8.14
Extracto-olote	8	7.85	ND	10.1
Extracto-olote	10	8.51	ND	10.7

#### Hidrogenación de xilosa comercial grado reactivo.

En la Figura 4. Se observan los resultados del experimento, mostrándose la reducción de la xilosa conforme avanza la síntesis de xilitol correspondiente, esto en función de la temperatura, tiempo de 3.0 horas de reacción y 8 % en peso de catalizador Raney-Nickel. En la Cuadro 3. Se muestra el contenido de azúcares remanentes y alcoholes formados en la reacción de hidrogenación, a temperaturas de 100, 125 y 150 °C en combinación con tiempos de reacción de 2, 3, 4 y 5 horas, referidos a un volumen de extracto total de 2820 ml obtenido con 1800 g de olote base seca. En la Cuadro 4. Se muestra el contenido de xilosa y xilitol en la reacción de hidrogenación, a temperaturas de 100, 125 y 150 °C en combinación con tiempos de reacción de 2, 3, 4 y 5 horas, referidos a un volumen de extracto total de 2820 ml obtenido con 1800 g de olote base seca.

Cuadro 3. Azúcares y alcoholes de la reacción de hidrogenación.

Tiempo de Reacción (horas)	Contenido de glucosa (g)			Contenido de sorbitol (g)		
	100 °C	125 °C	150 °C	100 °C	125 °C	150 °C
0*	26.8	26.8	26.8	0.0	0.0	0.0
2	10.9	8.6	1.7	1.9	1.4	1.6
3	10.3	6.7	0.9	2.2	1.6	2.1
4	11.0	7.7	1.4	3.2	2.1	1.8
5	9.4	5.1	0.0	3.0	3.1	1.5

Contenido inicial calculado para 1800 g de olote b.s.

(\*)



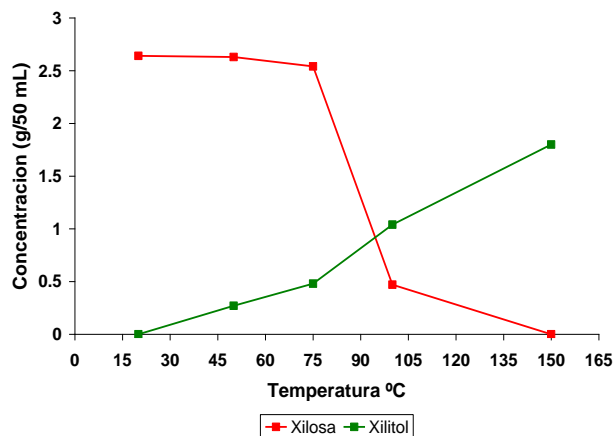


Figura 4. Variación de la concentración de xilosa grado reactivo y xilitol, con respecto de la temperatura. A tiempo de 3hr y 8 % de catalizador (Raney-nickel)

Cuadro 4. Xilosa y Xilitol obtenidos en la reacción de hidrogenación

Tiempo de Reacción horas	Contenido de xilosa (g)			Contenido de xilitol (g)		
	100 °C	125 °C	150 °C	100 °C	125 °C	150 °C
0*	117.5	117.5	117.5	0.00	0.00	0.00
2	40.0	33.0	1.6	25.2	18.5	14.8
3	21.9	11.5	1.1	32.7	23.7	17.8
4	33.2	17.0	2.6	46.5	30.5	18.5
5	25.6	6.5	0.7	49.8	36.2	21.4

(\*)

Contenido inicial calculado para 1800 g de olote b.s.

A 100 °C por 5 horas se obtiene el máximo de xilitol, que es el producto de mayor interés, aunque curiosamente, bajo estas condiciones no ha ocurrido el agotamiento completo de la xilosa. Inversamente, el agotamiento completo de la xilosa ocurre a 150 °C durante solamente dos horas, lo cual no corresponde con las condiciones que favorecen la obtención de xilitol. Esto probablemente se debe a que la reacción de hidrogenación es más selectiva a temperatura de 100 °C, aunque requiere de mayor tiempo de reacción, mientras que a 150 °C puede suceder que se generen subproductos de degradación de la xilosa.

La temperatura de hidrogenación de 100 °C, es la más adecuada para la reacción de hidrogenación, mientras que el tiempo más conveniente es de 4 o 5 horas a la temperatura mencionada. Bajo estas condiciones se obtiene el máximo de conversión de xilosa a xilitol, y la conversión completa de glucosa y arabinosa a sus respectivos alcoholes.

### CONCLUSIONES

La primera etapa de extracción es una etapa libre de reactivos químicos y muy simple desde el punto de vista operativo, sin embargo, el rendimiento de extracción de azúcares reductores totales es bajo, ya que a las condiciones máximas de tiempo de residencia y temperatura en el reactor de 15 minutos a 185 °C se ha obtenido un rendimiento máximo aproximado de 6 g de azúcares reductores totales en el licor de extracción, a partir de 100 g de olote.



La etapa intermedia, o de hidrólisis ha sido de tipo química en este estudio, ya que el objetivo de ella fue asegurar la completa hidrólisis del polisacárido a su unidad de xilosa, aunque puede considerarse una opción de hidrólisis enzimática, si se desea un proceso libre de agentes químicos. Con esta etapa se llega a un rendimiento acumulado de 13 gramos de xilosa a partir de 100 g de olote.

La etapa de hidrogenación tiene una buena eficiencia y requiere de tiempos cortos de reacción, aunque se necesita emplear un reactor que opere a presión.

Por lo que se refiere a la eficiencia de la reacción de hidrogenación, los mejores resultados se obtuvieron a 100 °C con tiempo de residencia de 5 horas, llegando a 41 % de eficiencia, considerando la cantidad de xilosa disponible en la reacción.

La eficiencia del proceso global a partir de la materia prima, se obtuvo un rendimiento neto de 2.77 g de xilitol a partir de 100 g de olote en base seca, que corresponde a un rendimiento aproximado de 32 %. La proporción de xilosa remanente al final de la reacción a 100 °C y 5 horas, fue de 1.42 g referidos a 100 g de olote.

En general, el rendimiento de conversión desde olote hasta xilitol, se puede considerar inferior a resultados encontrados en la literatura, a partir de otras materias primas como cascarilla de avena, lo cual es posible que se deba al bajo rendimiento de extracción con vapor.

#### LITERATURA CITADA

- Agblevor, S. F. A., Chen, J. S., Cundiff, J. S. Glasser, W. G. & Perumpera, J.V. (2000). Recovery of Xylitol from Fermentation of Model Hemicellulose Hydrolysates Using Membrane. Department head. December 12, Blacksburg, Virginia, USA.
- Esquivel, R. M. E. (2005). Adsorción de las xilanas de olote sobre fibras de celulosa durante el proceso de cocción Kraft de *Pinus douglasiana*, Tesis de maestría, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal., Méx.
- Heikkilä, H. (2003). Pat ES 2 204 131 T3 Patente de Cristalización de xilitol, xilitol cristalino producido y utilización del mismo- España.
- Mikkola, J. P., Salmi, T., Villela, A., Vainio, H., Mäki, A. P., Kalantar, A., Ollonqvist, T., Väyrynen, J. & Sjöholm, R. (2003). Hydrogenation of xylose to xylitol on sponge nickel catalyst - a study of the process and catalyst deactivation kinetics. *Braz. J. Chem. Eng.* (20) no.3 São Paulo.
- Nápoles S. A. I., Díaz, R. M., Acosta M. E., González, B. M. & Manganelly S. E. (2005). Tecnología del Proceso de Obtención de Licores de Xilosa a partir de Bagazo de Caña, para la Producción Biotecnológica de Xilitol, *Braz. Journal, Food Technol.*, 5° SIPAL, p.57-65.
- Rivas, B., Torre, P., Domínguez J. M., Converti, A. & Parajoä, J. C. (2006). Purification of xylitol obtained by fermentation of Corn cob hydrolysates, *J. Agric. Food Chem.* (12).
- Rodríguez, D. N. A., Ramírez, L. J. A., Vázquez, V. M., Velázquez, C. & Téllez, J. S. L. (2003). Aprovechamiento del bagazo de caña en la producción biotecnológica de Xilitol por *Candida parapsilosis*. Consultado en: <http://www.turevista.uat.edu.mx/Volumen%202%20Numero%202/Bagazo%20de%20ca%20F1a.pdf>
- Rut, M. & Rodríguez, O. (1968). Determinación de reductores en la miel de de caña por el método ICIDCA. Sobre los derivados de la caña., *ICIDCA 2* (1).
- Tamanini, C. & Oliveira, H. C. (2004). *Ciencias agrarias, Londrina v. 25 n. 4* 315-330.



- Viñals, V. M., Maciel, M. I., Batista, A. S., Nápoles, S. A. & (2006). Métodos de Purificación de hidrolizados de bagazo de caña de azúcar para la obtención de xilitol. *Ciencia y tecnología alimentaria* 5(2) 129-134.
- Zúñiga, V. (1987). Desarrollo y evaluación de forraje de alta digestibilidad a partir de bagazo de caña para rumiantes. Segundo Encuentro Técnico. Asociación de Técnicos Azucareros de México; México, D.F.



## DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ENZIMÁTICA EXTRACELULAR DE ENDO-1,3(4)- $\alpha$ -GLUCANASA Y ASPARTIL PROTEASA A PARTIR DE *Aspergillus terreus* CULTIVADO EN SISTEMA DE FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO USANDO RESIDUOS AGRÍCOLAS COMO SUSTRATO INDUCTOR

\*Ventura V. R, Bautista M. C.

Área de Ciencia de Alimentos e Ingeniería. Colegio de  
Postgraduados Campus Tabasco. Periférico Carlos A. Molina, Km 3.5. Carr. Cárdenas-  
Huimanguillo. H. Cárdenas, Tab. C. P. 86500, cbautistam@colpos.mx, rika\_sky@hotmail.com.

T-100

### RESUMEN

Los aislamientos de *A. terreus* se utilizan en la industria de la fermentación para la producción de ácido itacónico, ácido itatartárico, así como la producción de enzimas. En este trabajo se estudió la cinética de producción de la enzima extracelular endo-1,3(4)- $\beta$ -glucanasas a partir del hongo *Aspergillus terreus* cultivado bajo el sistema de fermentación en estado sólido (FES) usando residuos agrícolas como sustrato inductor. La cepa ATE1 fue aislada del ambiente en el medio sólido de PDA e identificada mediante la amplificación y secuenciación de un fragmento de 1708 pb del gen 18S DNAr lo cual indicó que la cepa analizada comparte un 100% de homología con cepas de *A. terreus* previamente descritas. El hongo fue cultivado en un medio bajo FES durante 40 días, usando bagazo de caña de azúcar (BCA) y cascarilla de cacao (CCA) como sustrato inductor. Las actividades enzimáticas de endo-1,3(4)- $\beta$ -glucanasa y aspartil proteasa fueron ensayadas cada 24 h empleando carboximetilcelulosa y albúmina sérica bovina respectivamente como sustrato respectivamente. Las enzimas fueron detectadas durante toda la cinética de producción con ambos inductores, sin embargo, la expresión de endo-1,3(4)- $\beta$ -glucanasa fue mejor inducida con BCA y los niveles más altos de actividad fueron obtenidos a partir del día 15 a 26 de la cinética de FES, alcanzando valores de hasta 65.8785 U/mg de proteína total. De igual forma, la actividad de aspartil proteasa presentó mejor inducción con BCA a partir del día 14 alcanzando valores de 10.129 U/mg.

**Palabras clave:** *Aspergillus terreus*, endo-1,3(4)- $\beta$ -glucanasas, aspartil proteasa, carboximetilcelulosa.

### INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia se han empleado las enzimas para usos industriales, una de las enzimas comúnmente utilizadas es la celulasas obtenidas mediante fermentación de diferentes microorganismos, los cuales han sido estudiados en varios sustratos. La optimización de la producción de enzimas a partir de microorganismos depende de una serie de factores interrelacionados, lo que significa que una enzima solo puede sintetizarse durante parte de su ciclo de crecimiento (Ramírez, P. y Cocha, J., 2003).

Los residuos agrícolas son ricos en celulosa, hemicelulosa y lignina; teniendo en cuenta su estructura, pueden usarse como sustratos para el cultivo de hongos filamentosos capaces de producir enzimas extracelulares con actividades celulasas, con importantes aplicaciones industriales (Rodríguez I. y Piñeros, Y., 2007).

Las enzimas se obtienen por fermentación en cultivos semi-sólidos, sumergidos, extracción de tejidos ya sea en plantas o animales bajo condiciones controladas. Unas 20 compañías de Europa, Japón y Estados Unidos realizan la producción de enzimas, pero el mercado es dominado por 3 de ellas: Novo Nordisk (Dinamarca) con el 50% de las ventas a nivel mundial, seguida por Gist Brocades (Neatherlands) y Rhom and Haas (Alemania). El mercado de las enzimas ha tenido

gran crecimiento desde los años 70 y este ha sido paralelo con el desarrollo de un gran número de aplicaciones en la industria alimentaria (Eliécer, 2003).

Por otro lado, se ha encontrado que los microorganismos producen una amplia variedad de enzimas extracelulares potencialmente útiles (Eliécer, 2003), los cuales son una fuente preferente de proteasas debido a su rápido crecimiento y la facilidad con que pueden ser manipulados genéticamente para generar nuevas enzimas con otras propiedades (Rao *et al.*, 1998; Fang *et al.*, 2008); además por su fácil cultivo en FES utilizando diversos desechos agrícolas.

*Aspergillus terreus* es una especie económicamente importante en una serie de aspectos. Aislamientos de *Aspergillus terreus* se utilizan en la industria de la fermentación para la producción de ácido itacónico y para la producción de enzimas (Bigelis y Arora 1992, Lowe 1992). Por lo anterior, y dado que las endo-1,3(4)- $\beta$ -glucanasa y aspartil proteasa han sido muy estudiadas en hongos y tienen diversas aplicaciones en una amplia variedad de industrias, en el presente trabajo, se estudió el comportamiento de la cinética de producción de enzimas endo-1,3(4)- $\beta$ -glucanasa y aspartil proteasa del hongo *Aspergillus terreus* cultivado en el sistema FES, con bagazo de caña de azúcar y cascarilla de cacao como sustrato inductor.

### Objetivo

Estudiar la cinética de producción de las enzimas extracelulares endo-1,3(4)- $\beta$ -glucanasas y aspartil proteasa a partir del hongo *Aspergillus terreus* cultivado bajo el sistema de fermentación en estado sólido usando residuos agrícolas como sustrato inductor.

### Materiales y métodos

El presente trabajo se desarrolló con la cepa ATE1 del hongo *A. terreus*, aislada del medio ambiente, cultivada en agar papa dextrosa.

### Identificación molecular:

La identificación se llevó a cabo mediante la amplificación por la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) empleando los iniciadores universales LV1 (oligo sentido; diseñado a partir de la secuencia de la cadena 5'-3') y LV2 (oligo antisentido; diseñado a partir de la secuencia de la cadena 3'-5') descrito por Bautista-Muñoz *et al.* (2005). Las reacciones de PCR se llevaron a cabo con 10 ng del ADN molde, en un volumen final de 25  $\mu$ L. El ADN se amplificó en un termociclador Techgene®. Los fragmentos de ADN amplificados fueron sometidos a electroforesis convencional en geles de agarosa al 1.5 % en regulador TAE 1X (Tris Base 40 mM, ácido acético 20 mM y EDTA 1 mM), siguiendo el método descrito por Meyers *et al.* (1976) y el corrimiento electroforético se realizó a 80 V, durante 1.15 h. Los fragmentos de ADN amplificados se purificaron empleando el kit QIAquick Gel Extraction de QUIAGEN (QUIAGEN Group, HmbH, Germany), siguiendo el protocolo recomendado por el fabricante. El producto de PCR purificado se envió a secuenciar a la Unidad de Síntesis y Secuenciación de ADN del Instituto de Biotecnología de la UNAM en Cuernavaca, Morelos. Las secuencias de ADN fueron analizadas con el software BIOEDIT versión 7.2.3.0 y DNAMAN versión 8 y el análisis BLAST (NCBI, National Center for Biotechnology Information).

Cinética de producción de enzimas extracelulares endo-1,3(4)- $\beta$ -glucanasa y aspartil proteasa del hongo *Aspergillus terreus* cultivado bajo FES usando residuos agrícolas como sustrato inductor:

La producción de las enzimas extracelulares endo-1,3(4)-glucanasas y aspartil proteasa fue determinada cada 24 horas durante todo el proceso de FES. Cabe mencionar que los ensayos se realizaron por triplicado.

La FES se desarrolló en matraces Erlenmeyer de 125 ml con 25 g de medio de fermentación. El medio de fermentación contenía en g por 100g lo siguiente: urea, 0.3; K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 0.65; (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 1.26; MgSO<sub>4</sub>, 0.02; FeSO<sub>4</sub>, 0.029, bagazo de caña de azúcar (BCA) o cascarilla de cacao (CCA), 24.6 y 70 ml de agua destilada, conteniendo 70% de humedad inicial. El pH se ajustó a 4.5. El BCA se tamizó y lavo con agua caliente para eliminar la sacarosa residual. El medio de cultivo sin BCA o CCA y el BCA o CCA se esterilizaron por separado a 120 °C durante 15 minutos. Una vez enfriadas, ambas fracciones se mezclaron.

Para la preparación del pre-inóculo las cepas de *A. terreus* se cultivaron en cajas de petri, hasta alcanzar 8.5 cm de diámetro (15-21 días), se prepararon cultivos pre-inóculos a partir de una suspensión de esporas, la cual se transfirió a un matraz de 500 ml con 100 g de medio de cultivo e incubada a 28 °C, en un agitador orbital shaker a 150 rpm durante 24 horas. Posteriormente, las esporas germinadas se contaron y los matraces problema se inocularon con una concentración de 1x10<sup>6</sup> esporas germinadas/g de materia seca. Finalmente, todos los matraces problemas y testigos (sin inocular) se incubaron a 28 °C sin agitación y bajo condiciones naturales de luz-oscuridad. Posteriormente, las muestras se filtraron cada 24 h durante 40 días. El líquido filtrado se empleó en la determinación de la actividad enzimática extracelular de endo-1,3(4)-β-glucanasa y aspartil proteasa.

La actividad enzimática extracelular de endo-1,3(4)-β-glucanasa se determinó empleando carboximetilcelulosa (CMC) al 0.5 % preparada en regulador de acetato de sodio 1 M, pH 8.0 como sustrato enzimático. La concentración de azúcares reductores liberados se midió con el kit Glucosa assay GAGO-20 (Sigma Aldrich, St. Louis, Mo) siguiendo las recomendaciones del fabricante.

La actividad enzimática de aspartil proteasa se determinó en el extracto enzimático empleando albúmina sérica bovina como sustrato proteolítico. La liberación de péptidos se determinó en el sobrenadante utilizando el método descrito por Micro-Lowry *et al.* (1951).

Proteína total:

La concentración de proteína total se realizó siguiendo el método descrito por Lowry *et al.* (1951), empleando albúmina sérica bovina como patrón.

Para conocer la actividad enzimática, se calculó la eficiencia, en donde el valor del tratamiento testigo se restó al valor del tratamiento problema. El diseño estadístico para la actividad enzimática fue completamente aleatorio y se analizó por medio de análisis de varianza.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

El trabajo fue realizado con la cepa ATE1 de un aislamiento fúngico obtenido del medio ambiente. El hongo fue aislado en medio de agar papa dextrosa (Fig. 1) e identificada mediante la amplificación y secuenciación de un fragmento de 1708 pb del gen 18S ADNr (Fig. 2). El análisis Blast (Basic Local Alignment Search Tool) realizado en el servidor de la NCBI, indicó que la secuencia parcial del gen 18S ADNr amplificada a partir del ADN de la cepa ATE1, corresponde a la del hongo *Aspergillus terreus* con un 100 % de identidad máxima con respecto a la secuencia GQ338244 depositada en la base de datos GenBank de la NCBI. El filograma (Fig. 3), muestra las relaciones de homología de las secuencias nucleotídicas del fragmento del gen 18S ADNr amplificado a partir del ADN de la cepa ATE1, con las secuencias nucleotídicas de genes 18S ADNr de hongos reportadas en GenBank de la NCBI y cuyo porcentaje máximo de identidad compartido corresponde al 100%.



Figura 1. Cepa de *A. terreus* ATE1 cultivada en agar papa dextrosa.

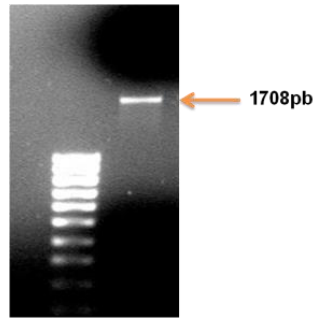


Figura 2. Amplificación por PCR del gen18S ADNr de la cepa ATE1 de *A. terreus*.  
1. Marcador por peso molecular de ADN de 1 kb, 2. Fragmento de PCR.

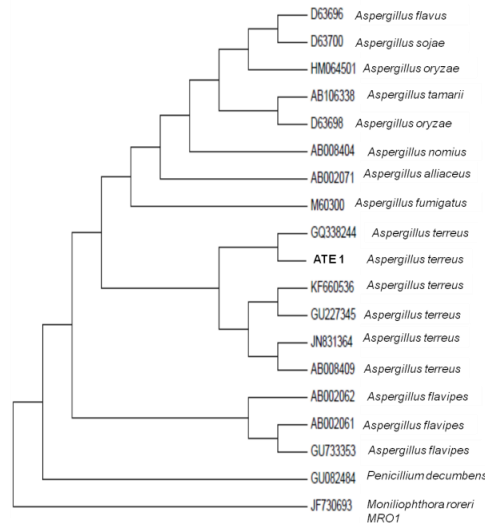


Figura 3. Relaciones de homología de las secuencias nucleotídicas del gen 18S ADNr de la cepa ATE1 aislada del medio ambiente y las secuencias nucleotídicas de los genes 18S ADNr de otros hongos relacionados.

La comparación filogenética se basó en el análisis de 1708 posiciones nucleotídicas por medio de métodos de distancia usando el índice de Poisson (P), el método de agrupamiento fue Neighborn-joining. La significancia de las relaciones se realizó mediante 1000 aleatorizaciones tipo bootstrap. La barra indica la distancia genética expresada como el número de cambios por cada 100 nucleótidos. El número de cada nodo indica el valor de bootstrap mostrado en porcentaje.

La enzima endo-1,3(4)- $\beta$ -glucanasa fue mejor inducida con el sustrato BCA a partir del día 15 a 26 de la cinética de FES, alcanzando valores de actividad enzimática de hasta 65.8785 U/mg de proteína total (Fig 4). La cascarilla de cacao resulto un pobre inductor de la enzima (Fig. 5).

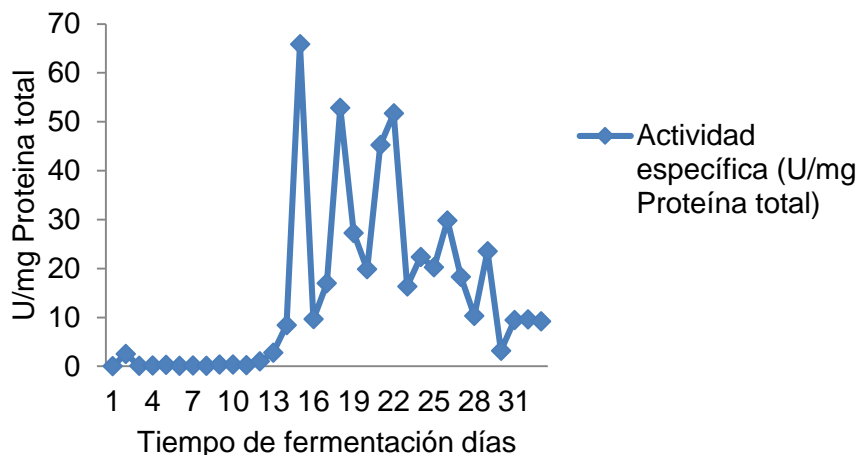


Figura 4. Comportamiento de la actividad enzimática específica endo-1,3(4)- $\beta$ -glucanasa usando BCA como sustrato inductor.

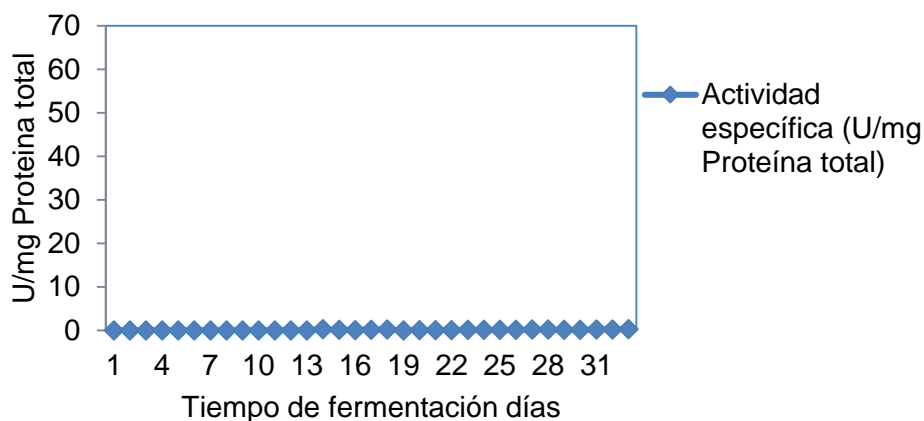


Figura 5. Comportamiento de la Actividad enzimática específica endo-1,3(4)- $\beta$ -glucanasa usando CCA como sustrato inductor.



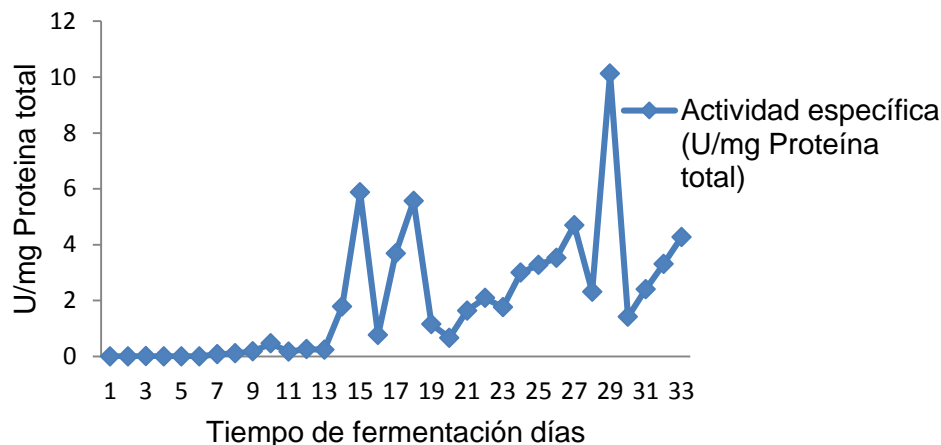


Figura 6. Comportamiento de la Actividad enzimática específica aspartil proteasa usando BCA como sustrato inductor.

La expresión de la enzima aspartil proteasa presentó mejor inducción con BCA a partir del día 14, alcanzando valores de 10.129 U/mg (Fig.6), mientras que con cascarilla de cacao la expresión fue nula (Fig. 7).

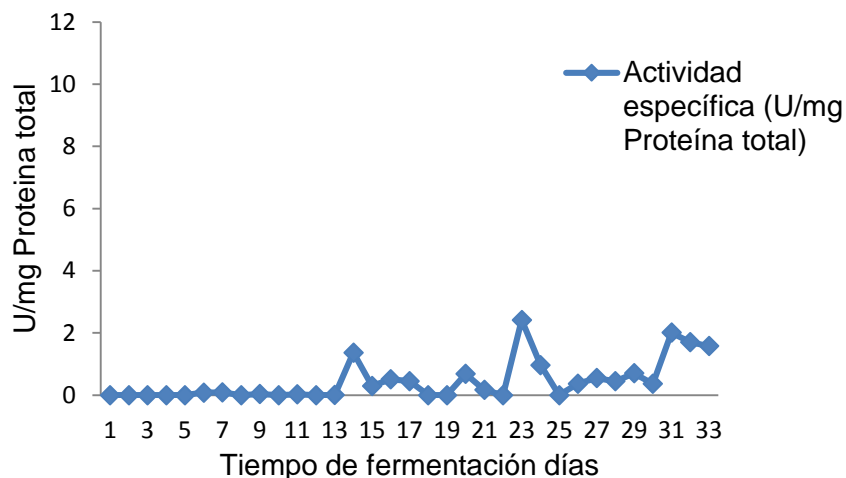


Figura 7. Comportamiento de la Actividad enzimática específica de aspartil proteasa usando CCA como sustrato inductor.

### CONCLUSIONES

La amplificación y secuenciación del gen 18S ADNr permitió la identificación molecular del hongo *A. terreus* en la cepa ATE1.

La cepa MRO1 de *M. roreri* produce enzimas extracelulares con actividad endo-1,3(4)- $\beta$ -glucanasa y aspartil proteasa cultivado bajo el sistema FES usando BCA como sustrato inductor.

### LITERATURA CITADA

Bautista-Muñoz C., Hernández-Rodríguez C., y Villa-Tanaca L. 2005. Analysis and expression of *STE13ca* gene encoding a putative X-prolyl dipeptidyl aminopeptidase from *Candida albicans*. FEMS Immunology and Medical Microbiology. 45:459-469.



- Bigelis R., Arora D., K. 1992. Organic acids of fungi. In Handbook of applied mycology Vol. 4. Fungal biotechnology. (Arora DK, Elander RP, Murekji KG, Eds). Marcel Dekker Inc., New York: 357-376.
- Eliécer, C. J. 2003. Producción y aplicación de enzimas industriales. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Vol. 1 No.1
- Fang, Y., Liu, S., Wang, S., y Ly M. 2008. Isolation and screening of a novel extracellular organic solvent stable protease producer. *Biochem Eng J.* 43:212-215.
- Lowe DA 1992. Fungal enzymes. In: *Handbook of applied mycology Vol. 4. Fungal biotechnology.* (Arora DK, Elander RP, Murekji KG, Eds). Marcel Dekker Inc., New York: 681-706.
- Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L y Randall, R. J. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193: 265-275.
- Meyers, J. A., D. Sanchez, L. P. Elwell, y Falkow, S. 1976. Simple agarose gelelectroforetic method for the identification and characterization of plasmid deoxyribonucleic acid. *J. Bacteriol.* 127:1529-1537.
- Ramírez, P. y Cocha, J. 2003. “Degradación de celulosa por actinomicetos termófilos: aislamiento, caracterización y determinación de la actividad celulolítica”. *Rev. Perú. biol.* 1. (1):67-77.
- Rao, M. B., Tanksale, A. M., Ghatge, M. S. y Deshpande, V. V. 1998. Molecular and biotechnological aspects of microbial proteases. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 62: 597-635.
- Rodríguez, I. y Piñeros, Y. 2007. “Producción de complejos enzimáticos celulolíticos mediante el cultivo en fase sólida de *Trichoderma* sp. sobre los racimos vacíos de palma de aceite como sustrato”, Grupo de Aprovechamiento de Recursos Agroalimentarios, Programa Ingeniería de Alimentos, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia.



XXVI REUNIÓN CIENTÍFICA-TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2014 Y III SIMPOSIO INTERNACIONAL EN  
PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA TROPICAL, 6 Y 7 DE NOVIEMBRE, VILLAHERMOSA, TABASCO, MÉXICO

---