



XXXII

Contribuciones tecnológicas para el futuro forestal y agropecuario Tabasqueño 2021

Autores: Jorge Martínez Herrera
Carolina Hernández Hernández
Eder Ramos Hernández



XXXII

Contribuciones tecnológicas para el futuro forestal y agropecuario Tabasqueño 2021



Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural

Víctor Manuel Villalobos Arámbula
Secretario

Víctor Suárez Carrera
Subsecretario de Autosuficiencia Alimentaria

Salvador Fernández Rivera
Coordinador General de Desarrollo Rural

Andrés Sigman Rhee García Cruz
Representante de la SADER en Tabasco

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Luis Ángel Rodríguez Del Bosque
Encargado del despacho de los Asuntos de la Dirección General

Alfredo Zamarripa Colmenero
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

Luis Ortega Reyes
Coordinador de Planeación y Desarrollo

José Humberto Corona Mercado
Coordinador de Administración y Sistemas

Centro de Investigación Regional Golfo Centro

Jorge Martínez Herrera
Director Regional

Sergio Uribe Gómez
Director de Investigación

Francisco González Naranjo
Director de Administración

Carolina Hernández Hernández
Director de Coordinación y Vinculación en Tabasco

“Contribuciones tecnológicas para el futuro forestal y agropecuario Tabasqueño 2021”

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina
Alcaldía Coyoacán, C. P. 04010, Ciudad de México. Tel.: 55-3871-8700

Primera edición en formato electrónico (Internet), 2021

Publicación en formato electrónico (Internet), número de ISBN: 978-607-37-1394-8

El proceso editorial de esta publicación y el formato electrónico se terminó en noviembre de 2021, en el Centro de Investigación Regional Golfo Centro del INIFAP. Campo Experimental Huimanguillo, Km 1 Carretera Huimanguillo-Cárdenas. C.P. 86400, Huimanguillo, Tabasco. Teléfono: 553 871 8700, ext. 87501. Hecho en México

Esta obra fue dictaminada mediante el sistema de pares ciegos, por un Comité Científico interinstitucional que contó con el apoyo de evaluadores de diferentes Instituciones y dependencias públicas, queda prohibida su reproducción total sin contar previamente con la autorización expresa y por escrito del titular, en términos de la Ley Federal de Derechos de Autor. Su uso para fines no comerciales se autorizará de forma gratuita previa solicitud. La reproducción para la reventa u otros fines comerciales, incluidos fines educativos, podría estar sujeta a pago de derechos o tarifas.

Autores: Jorge Martínez Herrera, Carolina Hernández Hernández y Eder Ramos Hernández

Editores: Jorge Martínez Herrera, Carolina Hernández Hernández



DIRECTORIO DE INSTITUCIONES PARTICIPANTES

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

VÍCTOR MANUEL VILLALOBOS ARÁMBULA

SECRETARIO

VÍCTOR SUÁREZ CARRERA

SUBSECRETARIO DE AUTOSUFICIENCIA ALIMENTARIA

ARTURO MACOSAY CORDOVA

COORDINADOR GENERAL DE GANADERÍA

SALVADOR FERNÁNDEZ RIVERA

COORDINADOR GENERAL DE DESARROLLO RURAL

ANDRES SIGMAN RHEE GARCÍA CRUZ

REPRESENTANTE DE LA SADER EN TABASCO

GOBIERNO DEL ESTADO DE TABASCO

CARLOS MANUEL MERINO CAMPOS

GOBERNADOR CONSTITUCIONAL

JORGE SUÁREZ VELA

SECRETARIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO, FORESTAL Y PESCA

EGLA CORNELIO LANDERO

SECRETARIA DE EDUCACIÓN

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

LUIS ANGEL RODRÍGUEZ DEL BOSQUE

DIRECTOR GENERAL

ALFREDO ZAMARRIPA COLMENERO

COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y VINCULACIÓN

LUIS ORTEGA REYES

COORDINADOR DE PLANEACIÓN Y DESARROLLO

JOSÉ HUMBERTO CORONA MERCADO

COORDINADOR DE ADMINISTRACIÓN Y SISTEMAS

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL DEL GOLFO CENTRO

JORGE MARTINEZ HERRERA

DIRECTOR REGIONAL

SERGIO URIBE GOMEZ

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN

FRANCISCO GONZÁLEZ NARANJO

DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN

CAROLINA HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

DIRECTOR DE COORDINACIÓN Y VINCULACIÓN EN TABASCO



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL**
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL ESTADO DE TABASCO
LILY LARA ROMERO
DIRECTORA GENERAL
NORMA LUCÍA REYES ZAPATA
DIRECTORA DE VINCULACIÓN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
GERARDO HUMBERTO AREVALO REYES
DIRECTOR DE FORMACIÓN DE RECURSOS Y APOYO A INVESTIGADORES

FUNDACIÓN PRODUCE TABASCO, A. C.
HEBERTO RAMÓN CABRERA JASSO
PRESIDENTE
CARLOS MARIO CORNELIO ARCE
GERENTE

**COLEGIO DE POSTGRADUADOS EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
CAMPUS TABASCO**
CÉSAR JESÚZ VÁZQUEZ NAVARRETE
DIRECTOR
MEPIVOSETH CASTELAN ESTRADA
SUBDIRECTOR DE EDUCACIÓN
LUZ DEL CARMEN LAGUNES ESPINOZA
SUBDIRECTOR DE INVESTIGACIÓN
HILARIO BECERRIL HERNANDEZ
SUBDIRECTOR DE VINCULACIÓN

UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO
GUILLERMO NARVAEZ OSORIO
RECTOR
DORA MARÍA FRÍAS MÁRQUEZ
SECRETARIA DE SERVICIOS ACADÉMICOS
WILFRIDO MIGUEL CONTRERAS SANCHEZ
SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN, POSGRADO Y VINCULACIÓN
JORGE MEMBREÑO JUAREZ
SECRETARIO DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS
MIGUEL ARMANDO VÉLEZ TELLEZ
SECRETARIO DE FINANZAS



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL**

25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ROBERTO ANTONIO CANTÚ GARZA

DIRECTOR

JOSE JAVIER HUIJARA VASCONSELOS

COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

PEDRO VICTOR OBRADOR OLAN

COORDINADOR DE DOCENCIA

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ARTURO GARRIDO MORA

DIRECTOR

ANA ROSA RODRIGUEZ LUNA

COORDINADORA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ARACELI G. PEREZ GOMEZ

COORDINADORA DE DOCENCIA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE TABASCO

LENIN MARTÍNEZ PÉREZ

RECTOR

SERGIO OCTAVIO VALLE MIJANGOS

SECRETARIO ACADÉMICO

RICARDO AMADO MOHENO BARRUETA

SECRETARIO DE VINCULACIÓN

UNIVERSIDAD POPULAR DE LA CHONTALPA

ANTONIO ENRIQUE DEL ANGEL FLORES

RECTOR

PETRONA GÓMEZ RIVERA

SECRETARIA ACADEMICA

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE VILLAHERMOSA

ANGEL FRANCISCO VELASCO MUÑOZ

DIRECTOR

BRISSA ROXANA DE LEÓN DE LOS SANTOS

SUBDIRECTORA ACADÉMICA

FATIMA DEL SOCORRO PEÑA MEDINA

SUBDIRECTOR DE PLANEACIÓN Y VINCULACIÓN



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL**
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA OLMECA
LORENZO CHACÓN PÉREZ
DIRECTOR
BEATRIZ TORRES MARTÍNEZ
SUBDIRECTOR DE PLANEACIÓN Y VINCULACIÓN
EZEQUIEL GÓMEZ DOMÍNGUEZ
SUBDIRECTOR ACADÉMICO

EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR
UNIDAD VILLAHERMOSA
RODIMIRO RAMOS REYES
COORDINADOR
RAMIRO ROBLES JARDÓN
UNIDAD DE GESTIÓN Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS
MARÍA LUISA MARTÍNEZ GUTIÉRREZ
COORDINADORA DE VINCULACIÓN

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MACUSPANA
RAFAEL BOJORGES GÜEREÑA
DIRECTOR
MANUEL PRIEGO HERRERA
SUBDIRECTOR DE PLANEACIÓN
JORGE SANTAMARÍA NARVAEZ
SUBDIRECTOR DE VINCULACIÓN



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL**
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

PRESENTACION



La innovación de las actividades productivas, es primordial para aumentar su eficiencia, que permita satisfacer las necesidades de alimentación de una población en rápido crecimiento, alcanzar la seguridad alimentaria, fundamental para México, aumentar la inserción en los mercados internacionales, así como preservar los recursos naturales.

México cuenta con el respaldo de años de investigación agropecuaria, que ha permitido generar conocimientos científicos y tecnológicos, realizados por instituciones comprometidas con la innovación de los procesos productivos, para impulsar el desarrollo.

Actualmente, se enfrentan nuevos retos para alcanzar las expectativas de crecimiento proyectadas, algunos sustentados en los energéticos depreciados hoy en día, con la consecuente disminución de la actividad petrolera y pérdida de empleos, que inquietan el panorama económico mundial.

Esta situación, abre ventanas de oportunidad al sector agroalimentario, que permitan sostener y fortalecer la economía nacional, con datos alentadores, en el crecimiento de las exportaciones agroalimentarias en el presente año.

Los desafíos para el sector agroalimentario, significan mayor productividad, con la oferta de productos que compitan en calidad, inocuidad y precios, para permanecer en la preferencia de los mercados.

En este contexto, elevar la productividad del sector agroalimentario, constituye a la vez, un reto y oportunidad, como pilar del desarrollo económico y social de la nación y es donde están las principales fortalezas, para encaminar el mayor esfuerzo.

Por ello es necesario, continuar generando nuevos conocimientos científicos, orientados a la productividad agroalimentaria, así como a la reconversión hacia alternativas

rentables, que coadyuven a mejorar las actividades de los productores, a través de los procesos de transferencia y adopción de las innovaciones tecnológicas.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL**

25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

Esto obliga a concebir la agenda de innovación, en términos de sostenibilidad de los recursos naturales, considerando que el aumento en la productividad agropecuaria, no implique daños a los ecosistemas, sino que sea amigable con su entorno, privilegiando garantizar la subsistencia de los recursos acuíferos, la biodiversidad y las áreas de cultivo, así como evitar la contaminación.

Es decir, la innovación tecnológica, la sustentabilidad y la producción agropecuaria, deben estar íntimamente ligadas, para generar crecimiento económico y bienestar de los productores.

Transformar en actividades rentables el quehacer del sector agroalimentario, es el principal desafío que enfrentan los productores e instancias que tienen la responsabilidad de brindarles los conocimientos innovadores, incentivos productivos y extensionismo, que hagan posible producir más, con calidad e inocuidad, esto es, en menor superficie y ofertar productos saludables a la población.

En Tabasco se tiene un camino recorrido, en la generación de conocimientos innovadores, que hoy permiten contar con tecnologías que pueden ser utilizadas directamente por los productores agropecuarios, sumados al potencial productivo y ventajas comparativas para responder a las oportunidades que brinda el contexto internacional, para generar alimentos, materias primas y a la par favorecer el desarrollo sostenible de la economía, que genere empleo y bienestar social.

La construcción de espacios que hagan posible la interrelación de productores, investigadores, técnicos y extensionistas, facilitadores de los procesos de transferencia de la innovación tecnológica, para su adopción en las actividades productivas, así como de las instancias responsables de aplicar las políticas públicas, es tarea obligada y compromiso de todos los que participan en el quehacer del sector agroalimentario.

La XXXII Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Tabasco 2021 y el IX Simposio Internacional en Producción Agroalimentaria Tropical, constituyen foros necesarios en la tarea a favor de la productividad, como objetivo primordial de las políticas públicas del Gobierno de la República, para lograr la seguridad alimentaria.

Dra. Carolina Hernandez Hernandez

Directora de Coordinación y Vinculacion del INIFAP en Tabasco
Presidente del Comité Organizador



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México



TABASCO

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias



AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



CONACYT



ITHUI





**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL**
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

CRÉDITOS EDITORIALES

COORDINACIÓN GENERAL

Carolina Hernandez Hernandez

EDICIÓN Y FORMACIÓN

Jorge Martínez Herrera

Carolina Hernández Hernández

Bertha Mejía Jáuregui

Carlos Daniel López Suárez

COMPILACIÓN

Jorge Martínez Herrera

Carolina Hernandez Hernández

DISEÑO

Bertha Mejia Jáuregui

Carlos Daniel López Suárez



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL**

25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

RECONOCIMIENTO

Al C. Carlos Manuel Merino Campos, Gobernador de Tabasco Interino Actualmente, por su apoyo e interés en la investigación y desarrollo científico y tecnológico, actividades prioritarias para la seguridad alimentaria del presente siglo.

A la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) en Tabasco y a la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca (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., al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) 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 presentan muchos de sus resultados en este libro.

A las demás Instituciones Promotoras: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, 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, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Universidad Popular de la Chontalpa, Colegio de la Frontera Sur, Instituto Tecnológico de Villahermosa, Universidad Politécnica Mesoamericana, Instituto Tecnológico Superior de Macuspana, Instituto Tecnológico de Huimanguillo, Intituto Tecnologicon Superior de la Region Sierra, Universidad Politecnica del Golfo de Mexico, Oficinas de Convenciones de Visitantes de Tabasco.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL**

25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

COMITÉ TÉCNICO

Dr. Jorge Martínez Herrera
Dr. Jorge Martínez Herrera
Dra. Carolina Hernández Hernández
Dr. Eder Ramos Hernández
Dr. Alfonso Azpeitia Morales
Dr. Eduardo Daniel Bolaños Aguilar
Dra. Erika Belem Castillo Linares
M.C. Felipe Mirafuentes Hernández
Dr. Jorge Oliva Hernández
Dr. Jorge Quiroz Valiente
M.C. José Alfredo Jimenez Chong
M.C. José Miguel Hernández Cruz
M.C. Manuel Barrón Arredondo
M.C. Mario Rodríguez Cuevas
M.C. Miguel Angel Ramírez Guillermo
M.C. Pablo Ulises Hernández Lara
Ing. Sabel Barrón Freyre
M. C. Lorenzo Granados Zurita
M.C. Roberto Omar Castañeda Arriola
M.C. Marcos Ventura Vázquez Hernández
Dr. Juan Carlos Tamarit Urías
Dr. José Amador Honorato Salazar
Dr. Luis Jorge Corzo Ríos

Dr. Said Cadena Villegas
Dra. Marivel Domínguez Domínguez
Ph.D. Julián Pérez Flores
Dr. Saúl Sánchez Soto
Dr. Sergio Salgado García
Dr. Roberto De La Rosa Santamaría
Dra. Rocío Guadalupe Acosta Pech
Dr. Angel Galmiche Tejeda
Dr. Lorenzo Armando Aceves Navarro
Dra. Luz Del Carmen Lagunes Espinoza
Dr. Luis Manuel Vargas Villamil
Dr. Pedro Antonio Moscoso Ramírez
Dr. José Jesús Obrador Olán
Dr. Emilio Manuel Aranda Ibañez
Dr. Joaquin Alberto Rincón Ramírez
Dr. Apolonio Valdez Balero
Dr. Hilario Becerril Hernández
Dr. José Francisco Juárez López
Dra. Nydia Del Rivero Bautista
Dr. Jesús Alberto Ramos Juárez
Dr. Carlos Fredy Ortiz García

Dr. Rodolfo Osorio Osorio
Dr. Jose Javier Hujara Vasconcelos
M.C. Ulises López Noverola
Dra. Eloisa López Hernández
Ph. D. Julio Cámara Córdova
Dr. Jose Armando León Najera
Dra. Salome Gayosso Rodríguez

Dra. Claudia Virginia Zaragoza Vera
Dr. Eliut Santamaría Mayo
Dr. Carlos Luna Palomera
Dra. Nancy Patricia Brito Manzano
Dra. Angélica Alejandra Ochoa Flores
Dr. Maximiliano Antonio Estrada Botello
Dr. César Marquez Quiroz
Dr. Efrain De La Cruz Lázaro
Dra. Laura Mercedes Lagunes Galvez
Dra. Edith Miranda Cruz
Dr. Alfonso Sala Pavón
Dra. Nadia Florencia Ojeda Robertos
Dr. Osvaldo M. Torres Chablé
Dr. Fernando Víctor Iriarte Rodriguez

Dr. Adalberto Galindo Alcántara
Dr. Rafael Martínez García
Dr. Miguel Angel Palomeque De La Cruz
Dr. Miguel Alberto Magaña Alejandro
Dra. Claudia Villanueva García

M. C. Carlos Mario Carreta Belueta
Ing. Martha Patricia Ávila Vargas
M.D.C.D Ismael Valencia Hernández
M.C. Isabelino Pérez Jiménez
M.C. Eduardo Lleverino González
Dra. Lila Fraire Sierra
M.C. Héctor Sandoval Villa
Dra. Silvia Del Carmen Ruiz Acosta
M. C. Agrícola Arrieta Rivera
M.C. Héctor Andrade Prado

Dra. Patricia De La Cruz Burelo
M.C. Roberto Gutiérrez Burón
Dr. Miguel Angel Velázquez Carmona
Dr. Antonio Córdova Avalos
Dr. Ignacio López Cerino
Dra. Cintya Valerio Cárdenas

Dr. Juan Manuel Urrieta Saltijeral
Dra Rosa Margarita Hernández Vélez
Dra. Kristal De María Jesús De La Cruz

M.C. Maricela Pablo Pérez
M.C. Lorena Vázquez Hernández
M.C. Raquel Jiménez Ramírez

Dr. Ricardo Amado Moheno Barrueta
Dr. Juan Javier Castillo Ramiro

M.C. Gustavo Malagón Marín
M.C. Norma Del Carmen Hernández Rivera

Dr. Rodimiro Ramos Reyes
Dr. Aaron Jarquín Sánchez



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL**

25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

CONTENIDO

Cultivos Anuales	12
SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ ASOCIADO A LA PRODUCCIÓN DE CHIHUA EN EL PLAN BALANCÁN-TENOSIQUE, TABASCO Barrón Freyre S y Rodríguez Cuevas M	13
MORFOLOGÍA Y PRODUCTIVIDAD DE PLANTAS DE <i>Capsicum chinense</i> Jacq. CULTIVADOS BAJO MALLA SOMBRA EN ARTEAGA, MICHOACÁN Ontiveros-Sajuan ML, Hernández-Ramos J, Herrera-Basurto J, García-Magaña JJ y Moguel-Ordoñez YB	14
ESTIMACIÓN NO DESTRUCTIVA DE ÁREA FOLIAR EN FRESA SEMBRADA EN CONDICIONES DE MALLA SOMBRA Díaz Méndez HA, Vasquez Santiago C, Esteban Vázquez M.	23
“DESARROLLO DE EQUIPO SEMI AUTOMATIZADO PARA INCREMENTO DE CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE HOJAS Y ESPINAS, CASO TALLOS DE ROSAS” Sánchez Jiménez JC,-Cruz Cruz B, Correa Olvera LE, Álvarez Pérez MA, Escamilla Martínez A.	24
VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE ACEITE DE PIMIENTA GORDA EN árboles de una PLANTACIÓN Y AISLADOS Honorato Salazar JA,-Perez Santacruz J, Ríos Sánchez R, Ramirez González JJM	25
PRODUCCIÓN DE GRANO Y DE MATERIA SECA DE GENOTIPOS DE FRIJOL NEGRO EN TLAPACOYAN, VERACRUZ Rodríguez Rodríguez J. R. y Tosquy Valle O. H.	26
DULCE COSTILLÓN Y PUKSIKAL ROJO, VARIEDADES DE CHILE DULCE CRIOLLO PARA YUCATÁN Santamaría Basulto F, Díaz Plaza R, Basto Pool CI, Zavala León MJ, Tut Pech FJ	27
CAMBIOS FENOLÓGICOS EN DOS ESPECIES DE CHILES NATIVOS EN RESPUESTA A LA RADIACIÓN INCIDENTE De la Cruz-Ricardez D., Lagunes-Espinoza LC.,-Ortiz-García CF., Hernández-Nataren E., Soto Hernández RM, Acosta-Pech RG.	28
PRODUCCION DE FRIJOL A CIELO ABIERTO Y EN AMBIENTE PROTEGIDO EN EL CENTRO DE VERACRUZ Capetillo Burela Á.; Zetina Lezama R.; Reynolds Chávez M. A.; Ugalde Acosta F.J.; Matilde Hernández C.; Espinoza Del Carmen A.; Cadena Zapata M.; López Lopez J. A.	34
RENDIMIENTO DE BIOMASA DURANTE EL DESARROLLO FENOLÓGICO DE CHIPILÍN (<i>Crotalaria longirostrata</i>). Méndez López A.Y., Lagunes Espinoza L.C, Hernandez Nataren E., Ortíz Garcia C.F., González-Esquince A.R.	35



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL**

25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

RELACIÓN ESPACIAL ENTRE RENDIMIENTO DE MAÍZ Y RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DEL SUELO Méndez Dorado MA, López López JA, López López GF, González Ramírez HE, Reynolds Chávez MA y Capetillo Burela A 40

APLICACIÓN DE UNA RED NEURONAL DE RETROPROPAGACIÓN PARA ESTIMAR EL ÁREA FOLIAR DE JITOMATE (*Solanum lycopersicum* L) HIDROPÓNICO Martínez Ruiz A, Pérez Jiménez G, Flores de la Rosa F. R, Torres Sandoval J, Prado Hernández J. V, Candido Mendoza Pérez 41

PROCEDIMIENTO AGROCLIMÁTICO PARA DETERMINAR EL INICIO DEL PERIODO DE SIEMBRA: CASO, MAÍZ (CICLO PRIMAVERA-VERANO) EN HUIMANGUILLO, TABASCO. Aceves Navarro LA., Arrieta Rivera A., Calao León NS., Francisco Santiago SP., Valencia Peñaloza E., Yzquierdo Álvarez ME. 47

EVALUACION DE PARÁMETROS DE CRECIMIENTO EN PIÑA CABEZONA EN RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN NPK Pérez Romero J, Salgado Garcia S, Córdova Sánchez S, Carmen Lagunes Espinoza L.C., Ortiz García, C.F. 48

“ADAPTABILIDAD DE VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* spp)” Valdez-Balero, A.; Izquierdo-Reyes, F; Gamas-Jiménez, J, y Torres-Espitia, I.. 49

PLAGUICIDAS PARA EL CONTROL DE MOSCA BLANCA (*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood, 1856) EN JITOMATE EN INVERNADERO Cabrera Mireles H, Murillo Cuevas FD, Reyes Loyola C, Vásquez Hernández A, Adame García J, Jimenez Jimenez M., y Andrés García A. 50

Acuacultura 51

CRECIMIENTO, SUPERVIVENCIA Y RENDIMIENTO DE CANAL EN UN BICULTIVO DEL DORMILÓN GORDO DEL PACÍFICO (*Dormitator latifrons*) Y LA TILAPIA NILÓTICA (*Oreochromis niloticus*). Palma-Cancino DJ, Vega-Villasante F, Basto-Rosales MER, Martínez-García R, Álvarez-González CA, Chong Carrillo O. 52

Agroecología 53

POR LA ADAPTACIÓN DE NUESTRAS COMUNIDADES A LOS EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS: AGRICULTURA FAMILIAR EN EL PAISAJE RURAL DE EL GRULLO-AUTLÁN Rodríguez Robles U, Rosales Adame JJ, Cevallos Espinosa J, Sánchez Chino X, Aragón Gastelum JL 54

FACTORES POTENCIALES DE RESILIENCIA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN CACAOTALES DE MÉXICO Fisher-Ortíz, R. A., Aldasoro-Maya, E.A, Rodríguez-Robles, U. 55

EFFECTO DE ABONOS ORGANICOS Y DE SU COMBINACIÓN CON FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN EL RENDIMIENTO DE MAÍZ EN JALISCO, MÉXICO. Díaz Mederos P., Pérez Domínguez JF., Ireta Moreno J, Villarreal Rodas J H y Arias Chávez L E 65



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL**

25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

EFFECTO DE INSECTICIDAS BIORACIONALES, MICROBIANOS Y QUIMICOS EN LA MORTALIDAD DE PARATRIOZA (*Bactericera cockerelli*) EN JITOMATE SALADETTE. Pérez Domínguez JF, Díaz Mederos P, Ireta Moreno J 66

PROYECCIÓN DEL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO (RCP 8.5) SOBRE LA SUPERFICIE POTENCIAL FRUTICOLA EN CHILE Bustos Silva G., Araya-Osses D., Cortez Lira D. y Paneque M. 67

MODELO PARA ESTIMACIÓN DE VARIACIONES EN LA SALINIDAD SECUNDARIA A PARTIR DE VARIABLES METEOROLÓGICAS Y NIVELES FREÁTICOS Soto J., Cortez D. y Paneque M. 68

Biotecnología 69

INTEGRACIÓN DE VARIABLES DE CALIDAD EN DNA DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN De León-Rodríguez Juan Luis, Guzmán-Rodríguez Luis Felipe, Cruz-Cárdenas Carlos Iván, Pichardo-González Juan Manuel y Cortés-Cruz Moisés Alberto. 70

EVALUACIÓN FISCOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA EN AGUA DE COCO COMERCIAL DE LA REGIÓN CHONTALPA EN TABASCO Córdova Alejandro, MA; Suarez Espejo, FI; Cadenas González, MT; Leo Avelino G; De la Cruz López A; Castañeda Castañeda C y Ramos Valencia JJ. 71

EXPRESIÓN DE GENES RELACIONADOS CON LA MADURACIÓN DEL FRUTO DE LA GUANÁBANA (*Annona muricata* L.) Franco Franco J, Guzmán LF, Cortés Cruz MA, Aragón Magadán MA y Cruz Cárdenas CI 72

CONSERVACIÓN *IN VITRO* DE AJO (*ALLIUM SATIVUM* L.) VARIEDAD PEBECO MEDIANTE CRECIMIENTO MÍNIMO Tirado Pérez B; Sandoval Cancino G; Zelaya Molina LX; Cruz Cárdenas CI. 82

EXPRESIÓN GÉNICA DE P-GLICOPROTEÍNA ASOCIADA A RESISTENCIA A IVERMECTINA ENTRE EL ESTADIO L₄ DE *Haemonchus contortus* DESARROLLADO *IN VIVO* E *IN VITRO* Meléndez Rosas XK; Reyes Guerrero DE; Maza Lopez J; López Arellano ME; Olmedo Juárez A; Mendoza de Gives Pedro 89

EXPRESIÓN DE LOS GENES *EDR1* Y *PME2* EN LA MADURACIÓN DE LA GUANÁBANA (*Annona muricata* L.) Guzmán L.F., Cortés Cruz M.A., Aragón Magadán M.A., Cruz Cárdenas C.I., Sandoval Cancino G. 90

REMOCIÓN DE MUCÍLAGO DE LA SEMILLA DE CHÍA (*Salvia hispánica*) Atonal Sánchez H, Luna Suárez S 98



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL**

25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

CAMBIOS POSTCOSECHA EN CONSUMO DE AGUA Y PÉRDIDA DE PESO EN MUTANTES (M₀) DE ALHELÍ Pérez Jiménez G., Martínez Ruiz A., Fuentes Escobar G. I., De la Cruz Torrez E., López Morales F. 99

BIOFERTILIZANTE DE DIGESTIÓN ANAEROBIA, COMO PROPUESTA DE RESTAURACIÓN DE SUELO EN LINDAVISTA 2DA SECCIÓN, PLAYAS DE CATAZAJÁ, CHIAPAS. Vidal-Jiménez AJ, Pérez Hidalgo WA. 100

OPTIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS PARA LA PROPAGACIÓN IN VITRO DE ATRIPLEX TALTALENSIS PARA SU CONSERVACIÓN Y RESCATE DE CARACTERÍSTICAS DESEABLES. Muñoz C., Soto J., Román-Figueroa, C., Paneque M. 101

Ganadería 102

EFICIENCIA ALIMENTICIA Y FERTILIDA DE VACAS PROUCTORAS DE LECHE EN EL TRÓPICO Zárate Martínez JP, Ríos Utrera A, Montero Lagunes M, Fragoso Islas A, Juárez Lagunes FI y Rangel Quintos Jaime 103

OXIDACIÓN Y CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA CARNE DE BOVINOS ALIMENTADOS EN PASTOREO Y ESTABULADO Vélez Pérez MG, Granados Rivera LD, Loredó Osti J, Ruiz Albarrán M, Luna Castro S, Bautista Martínez Y 104

CLASIFICACIÓN DE CARNE PSE Y DFD DE ANIMALES SACRIFICADOS EN EL RASTRO TIF PARA BOVINOS EN CIUDAD VICTORIA, TAMAULIPAS Ponce Jiménez HA, Vázquez Villanueva J, Luna Castro S, Loredó Osti J, Ruiz Albarrán M, Bautista Martínez Y 105

FRECUENCIA DE ZÁNGANOS CON GENOTIPO EUROPEO Y AFRICANIZADO EN UNA ZONA DE CONGREGACIÓN DE ZÁNGANOS Ramírez-Ramírez FJ, García- Figueroa C, Alvarado-Avila LY, Alcalá-Escamilla KI, Arechavaleta-Velasco ME 106

IDENTIFICACIÓN DE DESCRIPTORES MORFOLÓGICOS RELEVANTES PARA LA CARACTERIZACIÓN DE 13 ACCESIONES DE *Clitoria ternatea* L. Enríquez Quiroz JF, Pérez-Amaro JA, Joaquín-Torres BM, Peña-Avelino LY 110

ESTADO ANTIOXIDANTE Y ESTABILIDAD OXIDATIVA DE CARNE DE OVINOS SUPLEMENTADOS CON TANINOS: UN METAANÁLISIS Orzuna-Orzuna, J.F., Lara-Bueno, A., Dorantes-Iturbide, G., Mendoza-Martínez, G.D., Miranda-Romero, L.A. 111

CALIDAD DE CARNE DE CORDEROS SUPLEMENTADOS CON UN ADITIVO POLIHERBAL Dorantes-Iturbide, G., Orzuna-Orzuna, J.F., Lara-Bueno, A., Mendoza-Martínez, G.D., Miranda-Romero, L.A. 121



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL**

25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

EFFECTO DE USO DE UNA GRASA PROTEGIDA EN LA DIETA DE OVINOS DE ENGORDA SOBRE LAS VARIABLES PRODUCTIVAS Vallejo Gutiérrez ML, Granados Rivera L.D, Salinas Chavira J, Infante Rodríguez F, Ruiz Albarrán M, Loredo Osti J, Bautista Martínez Y. 128

DIETAS ISOENERGÉTICAS EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO, RENDIMIENTO EN CANAL Y CALIDAD DE CARNE EN OVINOS KATAHDIN Verduzco Leó LG, Orozco Durán KE, Herrera Ojeda JB, Bautista Hernández MA, Pérez Sánchez RE, López Rodríguez M, Sánchez Parra VM. 129

CONTEO DE MOSCA DEL CUERNO (*Haematobia irritans*) Y SU DISTRIBUCION EN EL CUERPO DE BOVINOS, EN DOS HORARIOS DEL DIA Rojas Hernández S, Damián Valdez MA, Aguirre Flores V, Orihuela Trujillo JA, Pedernera Romano M, Flores Pérez F I, Olivares Pérez J y Galindo Maldonado F. 130

EXPRESIÓN RELATIVA DE GENES P-GP ASOCIADA A RESISTENCIA A IVERMECTINA EN AISLADOS DE *Haemonchus contortus* DE REGIONES DE PUEBLA, MÉXICO Bonilla Suárez H.A., Reyes Guerrero DE, López Arellano ME, Olazarán Jenkins S, Maza Lopez J 134

ENSAYO INMUNOABSORBENTE LIGADO A ENZIMAS (ELISA) PARA LA DETECCIÓN DE LA PROTEÍNA DE 15kDa Y DOS PÉPTIDOS DERIVADOS DE *Haemonchus contortus* (xL₃) Camas-Pereyra R, Bautista-García GA, López-Arellano ME 139

ESTABLECIMIENTO DEL PASTO CAMELLO EN SUELOS ÁCIDOS DE LA SABANA DE HUIMANGUILLO Granados Zurita L., Guiot García JD., Quiroz Valiente J., Jimenez Ortiz MM, Castillo Linares. EB., Salaya Calle ER. 146

FERTILIZACIÓN ORGANICA E INORGANICA EN EL RENDIMIENTO DE MAÍZ (*Zea Mayz* L.) PARA SILO Jimenez Ortiz MM., Granados Zurita L., Quiroz Valiente J., López Martínez G. Consultor independiente. 147

ESTABLECIMIENTO DE ESPECIES FORRAJERAS DE RECIENTE INTRODUCCIÓN EN SUELOS DE LOMERÍO DE PICHUCALCO, CHIAPAS Granados Zurita L, Guiot García J D, Quiroz Valiente J, Jiménez ORTIZ. M. M., Castañeda Arriola. RO. Ibarra Puc J C, Catillo Linares E B, Moreno Bravo E. 148

RENDIMIENTO DE MATERIA SECA Y CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA DE UNA ASOCIACIÓN MOMBAZA-KUDZÚ EN PASTOREO POR BOVINOS Bolaños Aguilar ED, Enríquez Quiroz JF, Fragoso Islas, Castañeda Arriola RO, Maribel Montero LM, Vinay Vadillo JC 149



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL**

25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

- Manejo y Conservacion de los Recursos Naturales 155
- MODELOS DE VOLUMEN TOTAL ÁRBOL PARA LAS PRINCIPALES ESPECIES DE CONÍFERAS EN PUEBLA, MÉXICO Tamarit Urias JC, Monárrez González JC, García Cuevas X y Hernández Ramos A 156
- USO DE LOS MODELOS DE DISTRIBUCIÓN EN LA IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS POTENCIALES PARA REALIZAR ESTUDIOS DENDROCRONOLÓGICOS EN MICHOACÁN, MÉXICO Manzanilla-Quñones U, Delgado-Valerio P, Pedraza-Santos ME y Molina-Sánchez A 157
- ESTUDIO MICROBIOLÓGICO EN AGUAS RESIDUALES URBANAS EN CÁRDENAS, TABASCO Solís-Rodríguez DL, Rivera-Cruz MC, Trujillo-Narcía A, Ramírez-May AG 168
- ECUACIONES LOCALES DE ALTURA-DIÁMETRO PARA *Cedrela odorata* L. EN BOSQUE NATURAL DE QUINTANA ROO, MÉXICO García C., X.; Hernández-R., J.; Hernández R., A.; Reynoso S., R; Cano P., A. y Hernández-Martínez A.J 169
- NICHOS ECOLÓGICOS Y ÁREAS IDÓNEAS DE TRES ESPECIES DE PINO HOSPEDERAS DE DESCORTEZADOR *Dendroctonus mexicanus* HOPKINS Méndez Encina FM, Méndez González J, Mendieta Oviedo R y López Díaz JOM 170
- USO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA Y TELEDETECCIÓN EN EL MONITOREO DE LA SUPERFICIE IRRIGADA EN UN MODULO DE RIEGO EN EL NORTE DE MÉXICO Carlos Miguel Ramos Cruz; Gerardo Delgado Ramírez; Emilia Raquel Pérez Evangelista; Enrique Miguel-Valle; Luis Ángel Hernández-Martínez 171
- EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL PETRÓLEO EN SUELO RIZOSFÉRICO SOBRE EL CRECIMIENTO DE *LEERSIA HEXANDRA* Sw. Orocio Carrillo JA, Rivera Cruz MC, Bautista Muñoz CC, Aranda Ibañez EM y Juárez Maldonado A. 176
- EFFECTO DE LOS CONTENIDOS DE EXTRACTOS Y CENIZAS EN EL PODER CALORIFICO DE MATERIALES LIGNOCELULÓSICOS_Honorato Salazar Ja, Apolinar Hidalgo F, Degabriel Valencia B, Colotl Hernández G. 177
- EVALUACIÓN EN SUELO RIZOSFÉRICO CON EFECTO DEL PETRÓLEO A TRAVÉS DEL TIEMPO SOBRE EL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE LA CIPERÁCEA *ELEOCHARIS PALUSTRIS* (L) ROEM. & SCHULT. Chávez Álvarez K, Rivera Cruz MC, García de la Cruz R, Aceves Navarro LA, Orocio Carrillo JA y Vega López A 178
- RENDIMIENTO TERMOECONÓMICO EN LA SELECCIÓN DEL TIPO DE SECADOR SOLAR PARA PRODUCTOS AGRÍCOLAS_Quintanar Olguin J. y Martínez Ruiz A. 179



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL**

25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

EVALUACION DE LA DEGRADACION DEL BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA POR PRESION DEMOGRAFICA FRAGMENTACIÓN Y CAMBIO DE USO DE SUELO EN MEXICO Moreno Sánchez F, Pérez Miranda R, Velasco Bautista E Romero Sánchez E. González Hernández A 180

MODIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO POR EL PETRÓLEO Y CLORURO DE SODIO Séneca Falcón O, Rivera-Cruz MC, Trujillo-Narcía A, Rodríguez Uribe ML y Ramírez May AG 181

Plantaciones Forestales 182

ESTIMACIÓN DE VOLUMEN MADERABLE MEDIANTE CUATRO ESTIMADORES EN TRES CONDICIONES DIFERENTES Velasco-Bautista E, de los Santos-Posadas H y Valdez-Lazalde JR 183

DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS POTENCIALMENTE MUY APTAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL ÁRBOL DE RAMÓN (*Brosimum alicastrum swartz*) EN EL ESTADO DE TABASCO, MÉXICO. González Rivera F, Arrieta Rivera A, Aceves Navarro LA, Sánchez Hernández R, Ruiz Acosta SC 184

SENSORIZACIÓN DE UNA SEMBRADORA CONVENCIONAL PARA MONITOREO DE PARÁMETROS DE OPERACIÓN Rivera Barbosa R, Escamilla Martínez A 185

CONTENIDO DE AZADIRACTINA EN SEMILLAS DE NEEM (*Azadirachta indica*) COLECTADAS EN TABASCO, México Hernández Hernández KM, Hernández Becerra JA, García Galindo HS, Corzo Sosa CA, Ochoa Flores AA. 186

ENSAMBLE Y ANOTACIÓN *de novo* DE LA MITOCONDRIA DE CEDRO (*Cedrela odorata* L.) POR RNASEQ Aragón-Magadán MA, Guzmán LF, Rojas Anaya E, Cortes-Cruz M, Gomez Godínez LJ 187

MODELOS DE NICHOS ECOLÓGICOS DE *Pinus pseudostrobus* Lindl., INDICAN PÉRDIDAS SIGNIFICATIVAS DE ÁREAS IDÓNEAS AL 2050 DEBIDO AL CAMBIO CLIMÁTICO Méndez González J, Solís Ruíz JG y López-Díaz JOM 192

MODELOS DE ALTURA DOMINANTE PARA *Pinus pseudostrobus* Lindl. EN OCAMPO, MICHOACÁN Hernández-Martínez AJ, Hernández-Ramos J, Quiñonez-Barraza G, Sánchez-Concha R, García-Cuevas X, Velarde Ramírez JC. 200

RELACION DEL PODER CALORÍFICO, LIGNINA Y EXTRACTOS DE *Pinus patula* Apolinar Hidalgo F, Honorato Salazar JA, Colotl Hernández G. 201



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL**

25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

LOS DÉFICIT DE HUMEDAD EN LAS ZONAS PRODUCTORAS DE PALMA DE ACEITE DEL ESTADO DE TABASCO Y SU PROBABILIDAD DE OCURRENCIA Aceves Navarro LA, Arrieta Rivera A, Juárez López JF 202

ESTUDIO DEL SISTEMA RADICAL Y DE LA NODULACIÓN DE LA LEGUMINOSA *Crotalaria* Trujillo-Narcía A y Rivera-Cruz MC 203

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE DURAMEN Y ALBURA DE *Acacia gaureri* Bake PROVENIENTE DE YUCATAN, MEXICO Apolinar Hidalgo F, Aguilar Sánchez P, Honorato Salazar JA, Carrillo Ávila N. 204

EVALUACIÓN PRELIMINAR DE NUTRIMENTOS, NANOPARTICULAS Y ÁCIDO GIBERÉLICO EN EL CRECIMIENTO DE PATRONES DE CACAO Urbano Cruz M A, Azpeitia Morales A, Barrientos Juárez E, Abarca Córdova J, Vázquez Hernández L. 205

INDICADORES MORFOLÓGICOS, FENOLÓGICOS Y FISICOQUÍMICOS EN CLONES NUEVOS DE CACAO Rivera Torrez, Diana L; García Alamilla, Pedro; Lagunes Gálvez, Laura M; Azpeitia Morales A 206

CALIDAD INDUSTRIAL DURANTE EL CICLO PLANTILLA DE CULTIVARES DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL INGENIO SANTA ROSALÍA DE LA CHONTALPA Izquierdo-Hernández J, Salgado-García, S.; Lagunes-Espinoza, L.C., Palma-López, D.J.; Peña Cabriales J. J., Córdova-Sánchez, S. 213

CLASIFICACIÓN POR FERTILIDAD DE LOS SUELOS DEL ÁREA DE ABASTECIMIENTO DEL INGENIO PUJILTÍ Salgado Velázquez, S., Salgado García, S.; Palma López, D.J.; Zavala Cruz, J.; Córdova Sánchez, S.; Rincón Ramírez, J.A.; Ortiz García, C.F., Hernández Nátaren, E. 217

ANÁLISIS BIOMÉTRICO DE CULTIVARES DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL ÁREA DE ABASTECIMIENTO DEL INGENIO SANTA ROSALÍA DE LA CHONTALPA Izquierdo-Hernández J., Salgado-García, S.; Lagunes-Espinoza, L.C., Palma-López, D.J.; Peña Cabriales J. J., Córdova-Sánchez, S. 222

VARIABILIDAD ESPACIAL DE ALGUNAS PROPIEDADES QUÍMICAS DE UN SUELO CAMBISOL CULTIVADO CON CACAO (*Theobroma Cacao L.*) Salgado Velázquez, S., Salgado García, S.; Palma López, D.J.; Zavala Cruz, J.; Córdova Sánchez, S.; Rincón Ramírez, J.A.; Ortiz García, C.F., Hernández Nátaren, E. 227

CLASIFICACIÓN POR FERTILIDAD DE LOS SUELOS DEL ÁREA DE ABASTECIMIENTO DEL INGENIO PUJILTÍ Salgado Velázquez, S., Salgado García, S.; Palma López, D.J.; Zavala Cruz, J.; Córdova Sánchez, S.; Rincón Ramírez, J.A.; Ortiz García, C.F., Hernández Nátaren, E. 233

ANÁLISIS BIOMÉTRICO DE CULTIVARES DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL ÁREA DE ABASTECIMIENTO DEL INGENIO SANTA ROSALÍA DE LA CHONTALPA Izquierdo-Hernández J., Salgado-García, S.; Lagunes-Espinoza, L.C., Palma-López, D.J.; Peña Cabriales J. J., Córdova-Sánchez, S. 234



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL**

25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

VARIABILIDAD ESPACIAL DE ALGUNAS PROPIEDADES QUÍMICAS DE UN SUELO CAMBISOL CULTIVADO CON CACAO (*Theobroma Cacao L.*) Salgado Velázquez, S., Salgado García, S.; Palma López, D.J.; Zavala Cruz, J.; Córdova Sánchez, S.; Rincón Ramírez, J.A.; Ortiz García, C.F., Hernández Nátaren, E. 235

DAÑOS DE COCHINILLA ROSADA DEL HIBISCUS (*Maconellicoccus hirsutus*) EN PLANTULAS DE CACAO Ramos Hernández E. Ramirez Guillermo M. Á. Castellanos-Potenciano B. P. Hernández Lara P. U. Hernández García J. M. 236

Socioeconomía y Desarrollo Rural 237

PRODUCCIÓN MADERABLE DE LOS GÉNEROS *Pinus* Y *Abies* EN ZONAS DE MOVIMIENTO DE GERMOPLASMA Flores, A; Moctezuma López, G y Méndez González J 238

ANÁLISIS DE LA CADENA DE VALOR DEL GANADO BOVINO DE CARNE DEL "MACHIN S.P R.I." Terán Hernández JE, Infante Cruz MJ, Pérez Bautista JJ, Pérez Hernández P, Carrillo Cárdenas, M, Oropeza Estrada JA, Hernández Mogica M, Lemus González MT y Martínez Martínez R 243

ESTIMACIÓN DE ISLAS DE CALOR URBANAS MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES LANDSAT 8 EN LA ZONA METROPOLITANA DE MONTERREY, MÉXICO Manzanilla-Quiñones U, Delgado-Valerio P, Martínez-Sifuentes AR y Marroquí-Morales P Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" 244

CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DE UNIDADES DE PRODUCCIÓN FAMILIAR EN el ESTADO DE CAMPECHE, México: CADENA MAÍZ Maya Martínez A, Lara del Río MJ y Uzcanga Pérez NG 255

ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA PROFESIÓN DE EXTENSIONISTAS, EN LA CAPACITACIÓN DE CAPRINOCULTORES Y OVINOCULTORES DEL ESTADO DE GUANAJUATO Luna Estrada AA, Velez Izquierdo A, González Orozco TA 256

MANIPULACIÓN POSCOSECHA DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) PARA SU APLICACIÓN POR PEQUEÑOS PRODUCTORES Hernández-Hernández C, Sánchez-García J., Sánchez-García W., García-Arias V., Caballero Pérez JF 257

EFFECTOS EN LA CITRICULTURA MEXICANA OCASIONADOS POR LA ENFERMEDAD DEL HUANGLONGBING Orozco Ruiz MR; Ruiz-Acosta S del C y Galindo-Alcántara A. 258

Tecnología de Alimentos 270

DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE METALES PESADOS EN MIELES PRODUCIDAS EN EL ESTADO DE TABASCO Almeida Córdova JI; Reyes Rosas JL; Sol Sánchez A y Zaldívar-Cruz JM 271



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL**

25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DE RECUBRIMIENTOS A BASE DE ZEÍNA Y ALGINATO DE SODIO EN LA CALIDAD POSTCOSECHA DE CHILE SERRANO Linares-Castañeda A., Gómez y Gómez, Y.M. y Corzo-Rios L.J. 272

SÍNTESIS DE ADSORBENTES DE BAJO COSTO A PARTIR DE RESIDUOS BIOMASA POSCOSECHA DE VAINA DE CACAO (*THEOBROMA CACAO L.*) López Margalli KS, Guerra Que Z, Urrieta Saltijeral JM, Hernández Vélez RM, Reyes Osorio J Silahua Pavón AA, Torres Torres JG 273

CARACTERIZACIÓN BIOQUÍMICA DE SEMILLA DE CHIHUA (CUCURBITA ARGYROSPERMA HUBER) PROVENIENTE DEL MUNICIPIO DE BALANCAN, TABASCO Jimenez Margalli M.C., Barrón Freyre S., Argüello-García E., Corzo Ríos L., Jiménez Martínez C., Sánchez Chino X.M., Martínez Herrera J 266

EVALUACIÓN DE EXTRACTOS DE CAFÉ OBTENIDOS POR VÍA ENZIMÁTICA VS SONICACIÓN Rosa- Morales M.; Ríos-Cortés AM.; Ríos- Cortés G. 280



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

Cultivos Anuales



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ ASOCIADO A LA PRODUCCIÓN DE CHIHUA EN EL PLAN
BALANCÁN-TENOSIQUE, TABASCO**

**CORN PRODUCTION SYSTEM ASSOCIATED WITH CHIHUA PRODUCTION IN THE BALANCÁN-
TENOSIQUE PLAN, TABASCO.**

¹Barrón Freyre S y ¹Rodríguez Cuevas M

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Huimanguillo, Km 1 Carretera Huimanguillo-Cárdenas, Huimanguillo Tabasco, México. Autor para correspondencia: barron.sabel@inifap.gob.mx

RESUMEN

La caracterización del sistema de producción de maíz se realizó en el territorio conocido como Plan Balancán-Tenosique en Tabasco, a productores de maíz ligados a la producción de chihua, su objetivo fue actualizar la información para definir la problemática del sistema y sus necesidades de transferencia y de acompañamiento técnico, los resultados indican que dentro de las unidades de producción familiar de chihua, el maíz es la segunda cadena de interés agrícola; que el sistema de producción de maíz está ligado a la producción de calabaza chihua, por lo que su manejo tecnológico depende del que se le proporcione a esta especie y en su mayoría su objeto de producción es el autoconsumo; que el bajo rendimiento de grano (1500 kg/ha), es la expresión de un manejo tecnológico deficiente, por lo que existe oportunidad de brindar opciones tecnológicas y de acompañamiento técnico que permitan incrementar la producción de maíz en el Plan Balancán-Tenosique.

Palabras clave: Maíz, *sistema, diagnóstico.*



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

MORFOLOGÍA Y PRODUCTIVIDAD DE PLANTAS DE *Capsicum chinense* Jacq. CULTIVADOS
BAJO MALLA SOMBRA EN ARTEAGA, MICHOACÁN

MORPHOLOGY AND PRODUCTIVITY OF *Capsicum chinense* Jacq. PLANTS CULTIVATED
UNDER SHADOW MESH GREENHOUSE IN ARTEAGA, MICHOACÁN

¹Ontiveros-Sajuan ML, ^{2*}Hernández-Ramos J, ¹Herrera-Basurto J, ¹García-Magaña JJ y ³Moguel-Ordoñez YB

¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH)-Facultad de Agrobiología. Paseo Lázaro Cárdenas 2290, Emiliano Zapata, Melchor Ocampo, C.P. 60170, Uruapan, Michoacán, México. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Campo Experimental Chetumal. Carr. Chetumal-Bacalar Km 25, Xul-Ha, C.P. 77930, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México. ³INIFAP-Campo Experimental Mocochoá. Km 25 antigua carretera Mérida-Motul, C.P. 97454, Mocochoá, Yucatán, México.

*Autor de correspondencia: hernandez.jonathan@gmail.com

RESUMEN

En México, la producción de *Capsicum chinense* se limita debido al nivel tecnológico utilizado, incidencia de plagas y enfermedades, e insuficiente control de nutrición y riego. El objetivo del trabajo fue evaluar la respuesta morfológica y producción en *Capsicum chinense* a seis planes de fertilización bajo malla sombra en Arteaga, Michoacán, México. Se evaluaron cinco tratamientos de NPK y un testigo, a través de un diseño de bloques completos aleatorizados con diez repeticiones. El ANOVA y la prueba de separación de medias de *Tukey* ($\alpha = 0.05$), señalan una diferenciación en las dimensiones de las plantas en la altura y diámetros basal y foliar, así como índice de esbeltez a los 45 días posterior al trasplante. Tanto en la parte morfológica como en la de rendimiento, el tratamiento N240-K240-P240 fue el de mayor producción por planta. Los frutos obtenidos en este trabajo fueron de primera calidad, ya que el peso fue mayor a 6.5 g, y el mayor rendimiento fue de 584 g planta⁻¹ en diez cortes aplicados. Debido a la productividad obtenida, el cultivo de esta hortaliza puede ser una alternativa económica para esta región del país.

Palabras clave: Agricultura de protección, chile habanero, modelo lineal mixto, producción de hortalizas.

INTRODUCCIÓN

En México, la producción de *Capsicum chinense* Jacq. (chile habanero), ha sido limitada debido al nivel bajo de tecnología en la producción, incidencia de plagas y enfermedades, e insuficiente control de nutrición y riego (Huez, 2013; Rincones, 2009). Los requerimientos nutricionales para *C. chinense* señalan que el uso de dosis de fertilización como medida para incrementar la productividad de este cultivo es una actividad que se debe de analizar e implementar acorde a las condiciones de crecimiento. En donde, *C. chinense* tiene una alta demanda en elementos como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), los cuales se ha documentado que propician un incremento en el rendimiento y calidad del fruto (Borges *et al.*, 2010; Noh *et al.*, 2010).

El chile habanero, se cultiva en diversas regiones de México, principalmente en los estados de Yucatán, Tabasco, Campeche y Quintana Roo, en particular, el estado de Yucatán cuenta con la mayor producción de *C. chinense* y se reporta una superficie aproximada de 708 ha de producción, seguido por Tabasco, Campeche y Quintana Roo, donde los rendimientos en estas regiones del país varían de 10 t ha⁻¹ a 30 t ha⁻¹, los cuales dependen del nivel de tecnificación empleado en el cultivo (Aceves *et al.*, 2008; Tucuch *et al.*, 2012). Aproximadamente, el 50% del área dedicada a esta hortaliza se siembra con



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

materiales criollos y el otro 50% con variedades de polinización libre y un área mínima con híbridos de reciente formación (Ramírez *et al.*, 2012; Ramírez *et al.*, 2018).

En el estado de Yucatán, con la finalidad de combatir plagas y enfermedades de una forma efectiva, amigable con el medio ambiente y con la salud de los productores y consumidores, se llevó a cabo mediante el uso de plantas resistentes a las mismas al realizar mejoramientos de chile habanero a finales del año 1998, en ese tiempo se registraron tres variedades nuevas; Jaguar, Mayapán y Calakmul, materiales que presentan un buen comportamiento y adaptabilidad en la Península de Yucatán; otras de las variedades registradas son: Mayan Ek, Mayan Baalché, Mayan Kauil y Mayan Ixchel, Mayan Kisin, Mayan Chan y Mayan Chac y Mayan Kiin (SIIDETEY, 2014).

En el estado de Michoacán, *C. chinense* se produce normalmente en la zona de transición climática de templado a tropical en el municipio de Tacámbaro, lugares donde se siembran superficies pequeñas, ya que su productividad se limita por condiciones ambientales y un manejo deficiente del cultivo, sin embargo, en el estado es alta la demanda del chile habanero, su precio es elevado y se consume por sus propiedades organolépticas y alto grado de pungencia (Tapia *et al.*, 2016). Debido a el área restringida de producción en Michoacán y a la alta demanda en el mercado, es indispensable ampliar la superficie de producción y promover un cultivo rentable para el beneficio económico de las zonas rurales, por lo cual, se planteó el objetivo de evaluar la morfología y la productividad de plantas de *Capsicum chinense* Jacq. bajo malla sombra dentro de la localidad de Espinoza, Arteaga, Michoacán.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la comunidad de Espinoza, Municipio de Arteaga, Michoacán, ubicado en las coordenadas 18° 28' 33.9" de latitud norte, y 102° 15' 28.5" de longitud oeste, a una altitud de 952 msnm. El trabajo de campo abarcó de junio a diciembre de 2020, se empleó la técnica de agricultura protegida en donde el cultivo se cubrió con una malla sombra de 50% de intercepción de luz que mantuvo una temperatura promedio entre 19 °C a 30 °C.

Para la obtención de la plántula se establecieron 120 semillas en una charola de poliestireno de 25 cm³ con 128 cavidades en un sustrato compuesto por peat moss y perlita al 70-30%. Para el establecimiento del experimento, se utilizaron 60 plántulas de dos meses de edad que se establecieron en bolsas de polietileno negro de 30 x 30 cm, las cuales se llenaron con sustrato consistente en tierra de monte de la región (regosol). El marco de distribución fue de 35 cm entre plantas y 70 cm entre hileras (Ramírez *et al.*, 2016; Villa *et al.*, 2010). El programa nutrimental se estableció al considerar las recomendaciones mencionadas por INIFAP (1997), Tun (2001) y Soria *et al.* (2002) para la producción de chile habanero, las cuales se encuentran en un intervalo de fertilización entre 95 a 250 kg ha⁻¹ de NPK. Con base en lo anterior, se evaluaron el testigo (T6) y cinco niveles de fertilización de NPK. Las dosis de fertilización o tratamientos fueron: 240–240–240 (T1), 120-120-120 (T2), 100-100-100 (T3), 160-160-160 (T4) y 200-200-200 (T5), las cuales se establecieron bajo malla sombra en arreglo acorde a un diseño de bloques completos aleatorizados (DBCA) con diez repeticiones.

De acuerdo con Borges *et al.* (2010), la fertilización se inició 8 días después del trasplante, se disolvió el fertilizante en 2.5 L de agua correspondiente a cada tratamiento y se aplicó manualmente, por lo cual cada planta recibió 250 ml de la solución. La fertilización se realizó cada 7 días y se suspendió cuando se presentó el primer fruto maduro fisiológicamente, al considerar la demanda nutrimental del cultivo (Tun, 2001). Cuando las plantas alcanzaron una altura aproximada de 22 cm, se realizó la eliminación de brotes laterales por debajo de la primera bifurcación para evitar que dañen el epicotilo, no compitan en la asimilación de nutrientes, influyan negativamente en la emisión de flores, efectividad de la polinización y amarre de frutos; también se eliminaron las hojas localizadas por debajo de la primera bifurcación (Medina, 2016; Villegas, 2016).



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Para evaluar el progreso de las características morfométricas de cada planta por bloque y tratamiento, se evaluaron las siguientes variables: altura de planta (*Alt*, cm), diámetro basal (*Db*, mm), diámetro foliar (*Df*, cm) e índices de esbeltez (*Ie*: *Alt/Db*) y saliente (*Is*: *Alt/Df*), esto se realizó cada 15 días posterior al establecimiento del experimento y hasta los 63 días, ya que se observó que las plantas alcanzaron sus máximas dimensiones y se incrementó la producción de flor. Para evaluar la forma del fruto y el rendimiento comercial por tratamiento, se realizaron 10 cosechas cada cuatro días iniciando a los 75 días después del trasplante y se evaluaron las variables: número de frutos por planta (*Num*), diámetro ecuatorial (*de*, mm), longitud (*long*, cm) y peso de cada chile (*Rend*, g) (Borges *et al.*, 2010). Posterior a ello, se promediaron por planta y tratamiento las variables de *de* y *long*, mientras que, se sumó el peso de cada fruto para obtener el rendimiento en kg planta⁻¹.

El análisis de varianza (ANOVA) para las variables *Alt*, *Db*, *Df*, *Ie*, *Is*, *Num*, *de*, *long* y *Rend*, se procesó en el programa estadístico *Rstudio*® mediante la función *aov* (Chambers *et al.*, 1992) en donde se contrastaron las hipótesis de igualdad de medias entre los tratamientos (H_0) contra la hipótesis alternativa la cual considera que al menos uno de los tratamientos es diferente al resto (H_a), ambos con un *alpha* del 0.05 y confiabilidad del 95 %. El modelo matemático planteado para este diseño fue: $y_{ij} = u + T_i + B_j + e_{ij}$, $i = 1, \dots, 6$; $j = \dots, 10$; donde, y_{ij} = Variable dependiente por tratamiento i , del bloque j ; u = efecto medio global; T_i = efecto por tratamiento; B_j = efecto de bloque; y e_{ij} = error (Martínez-González *et al.*, 2006; Infante y Zarate, 2012).

Para cada análisis se calcularon los coeficientes de variación y la diferencia mínima significativa (*DMS*), además, se evaluó el cumplimiento de los supuestos de regresión de normalidad y homocedasticidad de los residuales de forma gráfica y mediante la prueba de Shapiro-Wilk y test de Bartlett, respectivamente (Martínez-González *et al.*, 2006; Amat, 2016). Para ambas pruebas se utilizó la regla de decisión en el valor de W (Shapiro-Wilk) y K^2 (Bartlett) a un nivel de confiabilidad del 99% (p -value = 0.01) en donde no deberá de ser significativo para aceptar el cumplimiento de ambos test (Infante y Zarate, 2012). La agrupación de medias fue a través de la prueba de t de *Tukey* al considerar un $\alpha = 0.05$ (RStudio Team, 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ANOVA por medición para las variables morfométricas de *Alt*, *Db*, *Df* e *Ie* mostraron que, hasta el sexto registro, 45 días posterior al trasplante, se encontraron diferencias significativas en las dimensiones de la planta, por lo cual, los análisis que anteceden no se incluyeron dentro del cuadro 1. El rango del valor crítico estandarizado para estos análisis fue de 4.21 y la *DMS* fue muy semejante en las distintas mediciones realizadas, mientras que, el coeficiente de variación reportado disminuyó a medida que las plantas en cada tratamiento se hacían más longevas e incrementaban sus dimensiones (Cuadro 1). Además, se observa el cumplimiento de los supuestos de regresión de normalidad en la frecuencia de los residuales ($SW > 0.01$, $\alpha < 0.05$) y la distribución homocedástica de los residuales (K^2 , $\alpha < 0.05$).



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Cuadro 1. Análisis de varianza del diseño de bloques completos al azar por medición para las variables de interés en crecimiento de *Capsicum chinense* Jacq.

Variable	Medición	Componente	Cuadrado medio	Valor <i>F</i>	<i>Pr(>F)</i>	Coeficiente de variación	Shapiro-Wilk		Test Bartlett		DMS
							<i>W</i>	<i>p</i> -value	<i>K</i> ²	<i>p</i> -value	
Altura (cm)	6	Bloques	10.017	1.885	0.079	9.166	0.993	0.975	4.359	0.499	3.068
		Tratamientos	25.670	4.830	<0.001						
	7	Bloques	25.646	2.029	0.058	9.746	0.972	0.193	3.737	0.588	4.732
		Tratamientos	54.257	4.292	0.003						
	8	Bloques	62.585	4.357	<0.001	7.740	0.977	0.303	1.007	0.962	5.044
		Tratamientos	108.467	7.552	<0.001						
9	Bloques	50.128	3.192	0.005	6.411	0.981	0.485	2.464	0.782	5.274	
	Tratamientos	166.617	10.609	<0.001							
Diámetro foliar (cm)	6	Bloques	9.594	1.010	0.446	7.878	0.985	0.665	8.749	0.120	4.101
		Tratamientos	42.897	4.517	0.002						
	7	Bloques	8.039	0.645	0.753	7.839	0.986	0.744	2.468	0.781	4.700
		Tratamientos	146.270	11.730	<0.001						
	8	Bloques	10.956	0.651	0.748	8.172	0.985	0.662	4.002	0.549	5.460
		Tratamientos	200.320	11.902	<0.001						
9	Bloques	39.400	2.492	0.021	6.981	0.978	0.351	11.784	0.038	5.292	
	Tratamientos	301.547	19.069	<0.001							
Diámetro basal (mm)	6	Bloques	0.004	0.911	0.524	9.762	0.985	0.652	5.822	0.324	0.084
		Tratamientos	0.015	3.881	0.005						
	7	Bloques	0.008	1.960	0.067	8.228	0.982	0.540	9.666	0.085	0.085
		Tratamientos	0.036	8.644	<0.001						
	8	Bloques	0.008	1.633	0.135	7.579	0.992	0.970	4.555	0.473	0.092
		Tratamientos	0.059	12.435	<0.001						
9	Bloques	0.006	1.364	0.233	6.589	0.978	0.345	5.718	0.335	0.088	
	Tratamientos	0.077	17.515	<0.001							
Índice de esbeltez (cm/cm)	6	Bloques	0.003	1.707	0.115	11.400	0.981	0.469	5.474	0.361	0.059
		Tratamientos	0.006	2.823	0.027						
	7	Bloques	0.002	1.364	0.233	8.881	0.981	0.477	3.765	0.584	0.056
		Tratamientos	0.010	5.464	<0.001						
	8	Bloques	0.006	2.537	0.019	9.323	0.984	0.621	3.377	0.642	0.067
		Tratamientos	0.006	2.253	0.065						
9	Bloques	0.004	1.932	0.071	7.368	0.980	0.443	0.781	0.978	0.061	
	Tratamientos	0.009	4.125	0.004							

DMS: Diferencia mínima significativa. *Pr(>F)*: Probabilidad.

La agrupación de la última medición (9) de las variables de interés (Cuadro 1) mediante la prueba de *t*-*Tukey* señaló que el tratamiento 1 (N240-K240-P240) sobresalió de todos los otros tratamientos en las dimensiones de *Df*, *Db* e *le*, con una menor respuesta general del testigo (Figura 1, T6). La *Alt* de las plantas, se puede inferir que no fue un indicador confiable para diferenciar la respuesta de chile habanero a distintos tratamientos, pero si los diámetros e *le* evaluados, en donde los tratamientos T1 y T5 son de manera consistente los mejores (Figura 1).



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

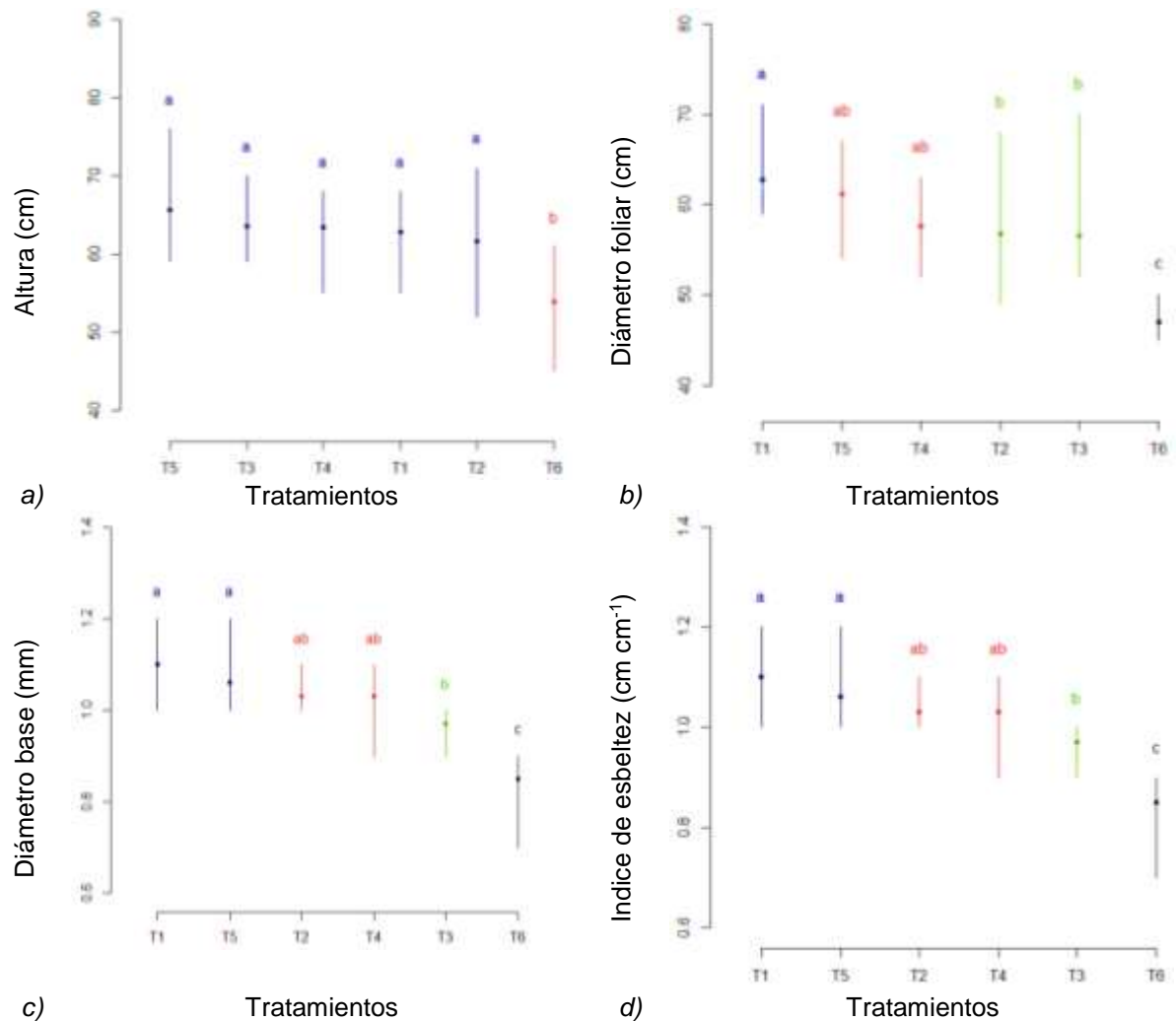


Figura 1. Agrupación por *t*-Tukey de la última medición (9) para las variables de crecimiento en *Capsicum chinense* Jacq.

En el contraste de las dimensiones de la planta obtenidas en el trabajo con los datos reportados por Tucuch *et al.* (2012) y López *et al.* (2020) para plantas de chile habanero al evaluar la relación amonio/nitrato y granulometría de sustrato, así como el efecto de la poda de conducción y distintos regímenes nutrimentales, respectivamente, se puede observar que la altura alcanzada siempre es menor (<75 cm) que la reportada por estos autores, al igual que las dimensiones del diámetro basal (<1.0 cm), sin embargo, la estabilidad mecánica es similar a lo reportado de 0.62 cm cm⁻¹ (López *et al.*, 2020). Por lo cual, podemos asumir que los valores bajos obtenidos en el trabajo en las dimensiones de la planta podrían mejorar significativamente con la aplicación de podas en el cultivo (López *et al.*, 2020), la mezcla de sustratos con partículas entre 10 a 20 mm que demostraron tener una correlación con el rendimiento y calidad del fruto (Tucuch *et al.*, 2012) o la aplicación de complejos hormonales para su mejor desarrollo (Tapia *et al.*, 2016).

Al realizar el ANOVA para las variables de diámetro y longitud de fruto, así como número de frutos y rendimiento por planta, se identificó en las dos últimas variables una diferencia significativa entre los tratamientos aplicados y cumplimiento de los supuestos de normalidad y homocedasticidad, ya que las



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

pruebas de Shapiro-Wilk y Bartlett resultaron no significativas al 99% de confiabilidad (Cuadro 2). Mientras que, para el diámetro de fruto y longitud de fruto no se cumplieron con los supuestos de regresión de normalidad y homocedasticidad (Cuadro 2), por lo cual, se decidió realizar el análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis a la información.

Cuadro 2. Análisis de varianza del diseño de bloques completos al azar por medición para las variables de interés en rendimiento de *Capsicum chinense* Jacq.

Variable	Componente	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor <i>F</i>	<i>Pr(>F)</i>	Coeficiente de variación	Shapiro-Wilk		Test Bartlett		DMS
							<i>W</i>	<i>p-value</i>	<i>K</i> ²	<i>p-value</i>	
Diámetro de fruto	Bloque	5.744	0.63824	0.7342	0.6756	24.23677	0.85	<0.001	29.24	<0.001	1.2
	Tratamiento	6.961	1.39223	1.6015	0.1791						
Longitud de fruto	Bloque	5.155	0.57277	0.3961	0.9305	25.99411	0.83	<0.001	16.8	0.005	1.6
	Tratamiento	2.682	0.53636	0.3709	0.8659						
Número de frutos por planta	Bloque	649	72.111	1.6546	0.1288	47.15488	0.97	0.1494	12.2	0.03213	8.8
	Tratamiento	1147.8	229.56	5.2673	0.0007						
Rendimiento por planta	Bloque	99425	11047	1.3004	0.2635	43.74483	0.99	0.6869	10.96	0.05212	122.7
	Tratamiento	231357	46271	5.4466	0.0005						

DMS: Diferencia mínima significativa. *Pr(>F)*: Probabilidad.

Para solventar el incumplimiento de la normalidad y homocedasticidad en las variables de diámetro y longitud de fruto (Cuadro 2), se realizó la transformación de las variables: x^2 , \sqrt{x} , $1/x$ y $\log(x)$, con la finalidad de corregir este problema y obtener resultados satisfactorios (Zar, 2010). Se corrió la prueba de Levene para ambas variables (Fox y Weisberg, 2019), en la cual se identificó una homogeneidad de la varianza entre los tratamientos (*F-value* = 0.4516, *Pr>F* = 0.8103; *F-value* = 0.4883, *Pr>F* = 0.7835) y da la pauta para utilizar el análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis (Fox, 2016). Debido a que no existieron diferencias significativas entre la homogeneidad de la varianza entre los tratamientos, se procedió a realizar la prueba de Kruskal-Wallis, en donde se identificó que no existen diferencias significativas entre las dimensiones del diámetro y longitud de fruto como respuesta a la aplicación de los distintos tratamientos ($Ch^2 = 7.9532$, *p-value* = 0.1588; $Ch^2 = 2.2205$, *p-value* = 0.8179), por lo tanto se aceptó la hipótesis nula de igualdad de medias (*H₀*) y se rechazó la hipótesis alternativa (*H_a*) de diferencia entre la respuesta de los tratamientos. El valor promedio del diámetro del fruto fue de 3.64 cm en donde T5 fue el de mayor dimensión con 4.04 cm, seguido de T3 con 3.81 cm, 3.61 cm y 3.49 cm de T3 y T1, respectivamente, así como 3.46 cm para T4, y el testigo solo alcanzó 3.43 cm, mientras que, la variación en la longitud del fruto fue menor con un promedio de 4.60 cm (4.80 cm-4.35 cm).

Para las variables de número de frutos y rendimiento (g) por planta, se observó una diferencia significativa entre los tratamientos aplicados, en donde el tratamiento 1 (240-240-240) es el que sobresalió de los demás y es el de mayor respuesta, mientras que, el testigo y el tratamiento 2 (120-120-120) fueron distintos entre sí, pero tuvieron la menor respuesta en el número de frutos y rendimiento por planta (Figura 1). El peso de fruto osciló entre 2 g y 30 g, siendo decreciente en congruencia con el rendimiento por planta en donde los tratamientos T1, T5 y T4 fueron donde se alcanzaron los mayores pesos estando por encima de 15 g, mientras que, los frutos más pequeños en donde los valores fueron menores fueron T2 y el testigo.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

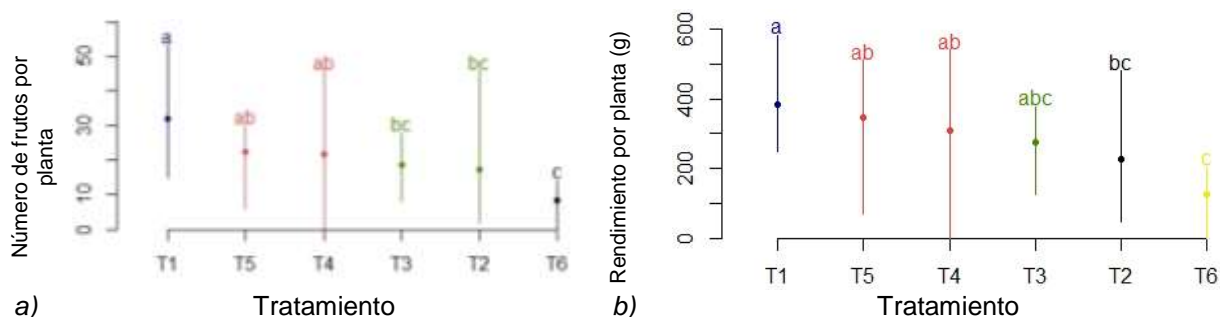


Figura 2. Agrupación por Tukey para el diseño experimental aplicado en *Capsicum chinense* Jacq. para las variables número de frutos y rendimiento (g) por planta.

De acuerdo con Borges *et al.* (2010) y Huez (2013) el peso y dimensión de los frutos obtenidos en este estudio para los tratamientos T1, T5 y T4 pueden considerarse como frutos de primera ya que el peso fue mayor a 6.5 g, mientras que, T3 produjo frutos entre primera y segunda ya que su peso se encontró entre 5.5 y 6.4 g, y el T2 junto con el testigo produjeron frutos de tercera calidad. Además, el peso y diámetro del fruto obtenido en este trabajo son superiores a lo reportado por Huez (2013) en la costa de Hermosillo, Sonora, sin embargo, su longitud es semejante.

El máximo rendimiento reportado en este trabajo ($584 \text{ g planta}^{-1}$) está por debajo del menor rendimiento reportado por Borges *et al.* (2010) ($961 \text{ g planta}^{-1}$) diferencias que se pueden atribuir a la variedad utilizada por estos autores (*Capsicum annum* L.) y a las condiciones de cultivo. En tanto que concuerda con lo mencionado por Huez (2013) de $567 \text{ g planta}^{-1}$ en promedio al aplicar distintas dosis de fertilización nitrogenada y López *et al.* (2020) al obtener un rendimiento máximo de $617 \text{ g planta}^{-1}$ al evaluar el efecto de la poda de conducción y distintos regímenes nutrimentales. Mientras que, es superior al referido por Tucuch *et al.* (2012) de $<350 \text{ g planta}^{-1}$ al evaluar distintos tamaños de partículas de suelo en el cultivo de chile habanero; y Tapia *et al.* (2016) al aplicar complejos hormonales en un cultivo de chile habanero bajo invernadero ($419 \text{ g planta}^{-1}$).

CONCLUSIONES

La aplicación de fertilización en distintos niveles tuvo influencia en las dimensiones de la planta de *Capsicum chinense* Jacq. cultivado bajo malla sombra dentro de la localidad de Espinoza, Arteaga, Michoacán, sin embargo, la respuesta inferior obtenida en este trabajo con respecto a otras investigaciones, se puede mejorar con la aplicación de podas o la inclusión de hormonas dentro de la programación nutrimental del cultivo.

Los tratamientos con 240–240–240 (T1) y 200-200-200 (T5) de Nitrógeno (N)-Potasio (K)- Fosforo (P), respectivamente, mostraron una mayor productividad en su rendimiento (g planta^{-1}) con respecto a los demás tratamientos y el testigo. Además, por la calidad de fruto de primera obtenida con estas dosis de fertilización, así como el precio del mercado y la demanda de consumo en la región, este cultivo podría ser una alternativa de desarrollo económico y social para esta región rural del estado de Michoacán.

LITERATURA CITADA

- Aceves N.A.L., Juárez, L.J.F., Palma L.D.J., López, L.R., Rivera, H.B., Rincón, R.J.A., Morales, C.R., Hernández, A.R., Martínez, S.A., y Hernández, S.J.L. 2008. Estudio para determinar zonas de alta potencialidad del cultivo del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en el estado de Tabasco. Gobierno del Estado de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México. 65 p.
- Amat R.J. 2016. ANOVA análisis de varianza para comparar múltiples medias. https://www.cienciadedatos.net/documentos/19_anova.html (Consultado 02 de mayo de 2021).



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

- Borges, G.L., Cervantes, C.L., Ruiz, N.J., Soria, F.M., Reyes, O.V., y Villanueva, C.E. 2010. Capsaicinoides en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo diferentes condiciones de humedad y nutrición. *Terra Latinoamericana*, 1(28): 35-41.
- Chambers, J.M., Freeny, A., and Heiberger, R.M. 1992. Analysis of variance; designed experiments. *Statistical Models in S. FL, EE.UU.* 49 p.
- Fox, J. 2016. *Applied Regression Analysis and Generalized Linear Models*, Third Edition. Universidad McMaster, Canadá. 816 p.
- Fox, J. and Weisberg, S. 2019. *An R Companion to Applied Regression*, Third Edition, Universidad McMaster, Canadá. 608 p.
- Huez, L.M. 2013. Productividad de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo condiciones de invernadero en la costa de Hermosillo. Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. In: XVI Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. pp. 282-286.
- Infante G., S. y Zárata L.G.P. 2012. *Métodos estadísticos: un enfoque interdisciplinario*. 3ª. ed. Ed. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de Méx., México. 624 p.
- INIFAP. 1997. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Fertilización de chile habanero en suelos pedregosos de Yucatán. In: *Tecnologías llave en mano*. División Agrícola. Tomo I. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D.F. 238–241 pp.
- López G.L., Sotelo N.H., Villegas-Torres, O.G., y Andrade R.M. 2020. Rendimiento y calidad del chile habanero en respuesta a la poda de conducción y régimen nutrimental. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(2): 315-325.
- Martínez-González, M.A., Sánchez-Villegas A., y Faulin-Fajardo, J. 2006. *Bioestadística amigable*. 2ª Edición. Barcelona, España: Editorial Díaz de Santos. 919 p.
- Medina, G.M.T. 2016. Fertilización orgánico-mineral en cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en suelo Aak'alché' (Vertisol pélico) bajo condiciones de invernadero. Instituto Tecnológico de la Zona Maya. Juan Sarabia, Quintana Roo. 27 p.
- Noh, M.J.; Borges, G.L. y Soria, F.M. 2010. Composición nutrimental de biomasa y tejidos conductores en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12(2): 219-228.
- Ramírez, H., Mendoza, C.J., Vázquez, B.M.E., y Zermeño, G.A. 2016. La prohexadiona de calcio (P-CA): una alternativa hormonal viable en chile habanero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(3): 631-641.
- Ramírez, M.M., Arcos, C.G., Mata, V.H., y Vázquez, G.E. 2012. Jaguar, variedad de chile habanero para México. Centro de Investigación Regional del Noreste. Campo Experimental Las Huastecas. Folleto técnico. 35 p.
- Ramírez, M. M., Arcos, C.G., y Méndez, A.R. 2018. Jaguar: cultivar de chile habanero para México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(2): 487-492.
- Rincones, C. C. I. 2009. Plan rector. Sistema Producto chile de Yucatán. Secretaria de Fomento Agropecuario y Pesquero, SAGARPA, Comité Estatal Sistema Producto Chile del estado de Yucatán A. C. Mérida, Yucatán.
- RStudio Team. 2020. *RStudio: Integrated Development for R*. RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/> (Consultado 02 de mayo de 2021).
- SIIDETEY. 2014. Gaceta SIIDETEY: Chile habanero. *Gaceta*, 6(48): 6-38.
- Soria, F.M., Trejo, J.A., Tun, S.J.M., y Terán, S.R. 2002. Paquete tecnológico para la producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2. Conkal, Yucatán. 128 p.
- Tapia, V.M., Larios, G.A., Días, S.D.D., Ramírez, O.G., Hernández, P.A., Vidales, F.I., y Guillén, A.H. 2016. Producción hidropónica de chile habanero negro (*Capsicum chinense* Jacq.). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 39(3): 241-245.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

- Tucuch, H.C.J., Alcántar, G.G., Ordaz, C.V.M., Santizo, R.J.A., y Larqué, S.A. 2012. Producción y calidad de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) con diferentes relaciones NH₄⁺/NO₃⁻ y tamaño de partícula de sustratos. *Terra Latinoamericana*, 30(1): 9-15.
- Tun, D.J.C. 2001. Chile habanero características y tecnología de producción. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Mérida, Yucatán, México. 13-24 pp.
- Villa, C.M., Catalán, V.E., Inzunza, I.M., Román, L.A., y Macías, R.H. 2010. Población de plantas y manejo de la solución nutrimental del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en invernadero. XXII Semana Internacional de Agronomía. 569-573 pp.
- Villegas, T.O.G. 2016. Productividad, calidad y pungencia del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en respuesta al régimen nutrimental, podas de conducción y fertilización foliar. *Tlamati Sabiduría*, 7: 1-6.
- Zar, J.H. 2010. *Biostatistical Analysis*, 5th ed. Pearson Prentice Hall: Upper Saddle River, NJ. 960 p.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**ESTIMACIÓN NO DESTRUCTIVA DE ÁREA FOLIAR EN FRESA SEMBRADA EN CONDICIONES
DE MALLA SOMBRA**

**NON-DESTRUCTIVE ESTIMATION OF LEAF AREA IN STRAWBERRY CULTIVATED UNDER SHADE
NETS**

¹Díaz Méndez HA, ¹Vasquez Santiago C, ¹Esteban Vázquez M.

¹Instituto Tecnológico de Tecamatlán. Carretera Palomas-Tlapa, km. 19.5, Tecamatlán, Puebla,
México.

Autor de correspondencia: vasquez.celerino@colpos.mx

RESUMEN

La fresa tiene demanda tanto en mercados frescos como en la industria alimentaria y su cultivo ha ido incrementando en los últimos años. Conocer el área foliar permite llevar a cabo exitosamente prácticas como riegos y fertilización, pero la carencia de equipos especializados obliga a buscar alternativas tales como modelos matemáticos de estimación indirecta. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue generar modelos para hojas con diferentes niveles de desarrollo y determinar el efecto de sustratos hidropónicos en el área foliar de la fresa variedad Camino Real. Se tomaron 30 hojas pequeñas, medianas y grandes, y se desprendieron los folíolos separando los folíolos centrales y los laterales. A todos los folíolos se les determinó el largo (cm), el ancho (cm) y el área (cm²) con el programa Photoshop CS6. Una vez generado los modelos, se comparó el efecto de los sustratos perlita, arena y tepezil en el área foliar de plantas con 37 días de establecimiento. El modelo encontrado para la estimación del área de los folíolos centrales es $\text{Área} = -12.586 + 6.951 \cdot \text{Ancho}$ aplicable a cualquier tamaño, mientras que para folíolos laterales es $\text{Área} = -3.061 + 1.683 \cdot \text{Ancho} + 1.477 \cdot \text{Largo}$ (hojas de 1 a 4 cm de largo), $\text{Área} = -15.13 + 2.599 \cdot \text{Ancho} + 4.086 \cdot \text{Largo}$ (hojas de 4.01 a 6 cm) y $\text{Área} = -36.84 + 5.753 \cdot \text{Ancho} + 5.137 \cdot \text{Largo}$ (hojas de 6.01 a 6 cm). El Tepezil fue el sustrato que mayor área foliar generó en las plantas. Así, los modelos de estimación de área foliar para fresa dependen del tamaño de los folíolos y los sustratos influyen significativamente en dicha variable.

Palabras clave: *área foliar, modelo, fresa, tepezil,*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**“DESARROLLO DE EQUIPO SEMI AUTOMATIZADO PARA INCREMENTO DE CAPACIDAD DE
REMOCIÓN DE HOJAS Y ESPINAS, CASO TALLOS DE ROSAS”**

**“DEVELOPMENT OF SEMI-AUTOMATED EQUIPMENT TO INCREASE CAPACITY TO REMOVE
LEAVES AND THORNS, CASE OF ROSE STEMS”**

**¹Sánchez Jiménez JC, ¹Cruz Cruz B, ¹Correa Olvera LE, ¹Álvarez Pérez MA, ¹Escamilla Martínez
A.**

¹CIATEQ A.C. Centro de Tecnología Avanzada
Av. Manantiales 23-A, Parque Industrial Bernardo Quintana, El Marqués, Qro., 76246.
Autor para correspondencia: julio.sanchez@ciateq.mx

RESUMEN

La floricultura como medio de expresión y desarrollo económico, ha sido sin lugar a dudas una de las actividades de gran relevancia en el país. De acuerdo con el Comité Nacional de Sistema Producto Ornamentales, el tipo de flor que más prefieren los compradores es la rosa, secundada de la gerbera, anturio, liliium, tulipán, crisantemo, gladiola, clavel y los follajes de corte. México es una gran potencia y un país productor de flores, pues cada año se producen mil 200 millones de rosas fundamentalmente en los estados de México, Morelos y Querétaro. Dada la importancia del desarrollo de las rosas en la vida cotidiana y en el ámbito económico en nuestro país, se hace necesario el diseño y desarrollo de equipos y métodos que incremente la producción de los procesos de acondicionamiento para esta flor y otras con características mecánicas similares. Por lo anterior, se presentan los resultados del desarrollo de una máquina semiautomatizada para la remoción de hojas y espinas de tallos de flores, la cual está integrada por una estructura de soporte, un carrusel aéreo para carga y descarga de las flores y tres módulos de limpieza y corte. En cada uno de éstos se montan los mecanismos de limpieza y corte, con este equipo se logra alcanzar la producción (remoción de hojas y espinas) de hasta 15,709 rosas por jornada diaria.

Palabras clave: *floricultura, rosas, tallos, remoción.*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE ACEITE DE PIMIENTA GORDA EN árboles de una
PLANTACIÓN Y AISLADOS**

OIL CONTENT VARIATION OF ALLSPICE IN TREES FROM A PLANTATION AND ISOLATED

¹Honorato Salazar JA, ¹Perez Santacruz J, ¹Ríos Sánchez R, ²Ramirez González JJM

¹INIFAP, CIRGOC. Campo Experimental San Martinito, km 52.5 56.5 Carretera Federal México-Puebla, San Martinito, Tlahuapan, Puebla, México

²INIFAP. CIRGOC. Sitio Experimental Las Margaritas. Km. 9.5 Carr. Hueytamalco-Tenampulco Hueytamalco, Puebla, México.

Autor para correspondencia: honorato.amador@inifap.gob.mx

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar el contenido de aceite de los frutos de pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merr.) árboles aislados y árboles de una plantación para identificar los individuos que producen frutos con alto contenido de aceite, de los cuales se puede obtener material vegetativo para la propagación por injerto, así como establecer si los frutos cumplen con las normas vigentes de calidad. Tres muestras de 300 g de frutos verdes de pimienta fueron obtenidas de cada árbol y secados por 15 días al sol cubiertos con un plástico negro calibre 600. De cada muestra se molieron dos porciones de 25 g de frutos secos, tamizándose entre mallas de 0.425 mm y 0.250 mm, para después tomar de cada porción 10 g y realizar una extracción de 30 ciclos con hexano en un equipo Soxhlet. El contenido de aceite se determinó gravimétricamente. Los datos del contenido de aceite se les realizó un análisis de varianza, seguido de una comparación múltiple de medias (significancia mínima, $\alpha = 0.05$) y un análisis de agrupamiento de los valores promedio usando el programa estadístico SAS. El contenido de aceite de los frutos fue de 5.9 a 13.5%, con una variación del 12.4%, presentando diferencias significativas ($F = 9.75$, $p < 0.0001$) entre los valores promedio de los frutos de árboles aislados y árboles en plantación, siendo en general mayor en los árboles aislados. Asimismo, de acuerdo con el contenido de aceite se identificaron 4 grupos de árboles con rangos específicos en su contenido de aceite. En general, los frutos de pimienta gorda de los árboles en plantación tienen menor cantidad de aceite que los árboles aislados; sin embargo, cumplen con la cantidad especificada (3%) por las normas vigentes para su comercialización.

Palabras clave: *Pimenta dioica*, especias, aceite



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**PRODUCCIÓN DE GRANO Y DE MATERIA SECA DE GENOTIPOS DE FRIJOL NEGRO EN
TLAPACOYAN, VERACRUZ**

**GRAIN AND DRY MATTER PRODUCTION OF BLACK BEAN GENOTYPES IN TLAPACOYAN,
VERACRUZ.**

¹Rodríguez Rodríguez J. R. y ²Tosquy Valle O. H.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Ixtacuaco; km. 4.5 Carretera Federal Martínez de la Torre-Tlapacoyan, Tlapacoyan, Veracruz, Méx. ² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Cotaxtla. km. 34.5 Carretera Federal Veracruz-Córdoba, Medellín, Veracruz, Méx.
Autor para correspondencia: rodriguez.jose@inifap.gob.mx

RESUMEN

Una buena producción de un cultivo resulta de la interacción entre el genotipo, el clima, y el manejo agronómico. El rendimiento proporciona una idea de los cultivares que canalizan mayor cantidad de fotosintatos hacia el grano; la materia seca que se acumula en él, indica la eficiencia en la producción, ya que en general, cuando se incrementa la materia seca, también aumenta el rendimiento de grano. En 2016, en el Campo Experimental Ixtacuaco del INIFAP, se condujo un experimento de genotipos de frijol negro en condiciones de humedad residual, con el objetivo de identificar los de mayor rendimiento, así como conocer la relación entre el rendimiento de grano, con sus componentes y con la producción de materia seca total y diaria. El ensayo se estableció en un diseño experimental bloques al azar con cuatro repeticiones, en parcelas de cuatro surcos de 5 m de longitud, separados a 60 cm, teniendo como parcela útil los dos surcos centrales. Durante el ensayo se registró la precipitación pluvial, la temperatura y la humedad relativa del ambiente. Las variables cuantificadas fueron: producción de vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 granos (g), producción de materia seca aérea total (kg ha^{-1}) y diaria (g día^{-1}), y rendimiento de grano (kg ha^{-1}). Se realizó análisis de varianza, y para la separación de promedios se aplicó la Diferencia Mínima Significativa (DMS, 0.05); también se realizaron correlaciones de las variables involucradas con el rendimiento de grano. Verdín y Negro Tacaná fueron los genotipos más rendidores, y produjeron mayores cantidades de materia seca aérea total y por día; estas dos últimas características fueron las que más se asociaron positivamente ($r = 0.957^{**}$ y 0.970^{**} , respectivamente) con el rendimiento de grano, seguidas del peso de 100 granos ($r = 0.638^{**}$).

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris*, biomasa, componentes, correlación.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**DULCE COSTILLÓN Y PUKSIKAL ROJO, VARIEDADES DE CHILE DULCE CRIOLLO PARA
YUCATÁN**

**DULCE COSTILLON AND PUKSIKAL ROJO, CREOLE SWEET CHILI VARIETIES
FOR YUCATAN**

¹Santamaría Basulto F, ¹Díaz Plaza R, ¹Basto Pool CI, ¹Zavala León MJ, ¹Tut Pech FJ

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Mocochoá. Km 24 carr antigua Mérida-Motul, Mocochoá, Yucatán.
Autor para correspondencia: santamaria.felipe@inifap.gob.mx

RESUMEN

El chile dulce criollo se usa en Yucatán para condimentar platillos regionales, se comercializa en los mercados locales y se produce en solares, en pequeñas superficies y en siembras comerciales, los frutos pueden variar desde redondos a ligeramente alargados con los extremos achatados. La conservación de este chile depende de los agricultores tradicionales que guardan la semilla para el siguiente ciclo, los cultivares están poco caracterizados y no se cuenta con variedades mejoradas. El objetivo del presente trabajo es describir las características agronómicas y morfológicas de dos variedades experimentales del Banco de Germoplasma del Campo Experimental Mocochoá. En el primer ciclo (octubre 2019 a mayo 2020) se evaluó el rendimiento y se seleccionaron plantas con frutos de las características deseadas. En el segundo ciclo (septiembre 2020 a abril 2021) confirmamos la uniformidad de la forma de los frutos y se hizo la descripción de la planta, flor y fruto. Las dos variedades tienen características similares como los días a producción, pedúnculo de porte colgante, pigmentación antocianica en la antera, aspecto del cáliz no envolvente, cavidad peduncular de profundidad media y forma del ápice hundida. Puskikal Rojo tuvo rendimiento de 28.545 t/ha en un lapso de 3 meses, presenta hoja de forma lanceolada, el fruto es de forma acorazonada con longitud de 59 cm y 65 cm de ancho, la profundidad de los surcos interloculares es media, el número de lóculos va de 3 a 4. Dulce Costillón tuvo rendimiento de 40.822 t/ha en un periodo de 5 meses, presenta hoja de forma oval, el fruto es de forma aplanada con longitud de 56 cm y 70 cm de ancho, la profundidad de los surcos interloculares es profunda, el número de lóculos va de 3 a 5. Estas variedades presentan características que los diferencian entre ellas y entre los genotipos reportados.

Palabras clave: *variedades criollas, chile dulce, Capsicum.*



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

**CAMBIOS FENOLÓGICOS EN DOS ESPECIES DE CHILES NATIVOS EN RESPUESTA A LA
RADIACIÓN INCIDENTE**

**PHENOLOGICAL CHANGES IN TWO SPECIES OF NATIVE CHILLI IN RESPONSE TO INCIDENT
RADIATION**

¹De la Cruz-Ricardez D., ¹Lagunes-Espinoza LC., ¹Ortiz-García CF., ¹Hernández-Nataren E.,
²Soto Hernández RM, ¹Acosta-Pech RG.

¹Programa de Doctorado en Ciencias Agrícolas en el Trópico. Campus Tabasco. Colegio de Postgraduados. 86500. H. Cárdenas, Tabasco, México. ²Postgrado en Botánica; Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. Apartado Postal 358, 56101. Texcoco, Estado de México.
Autor para correspondencia: delacruz.dario@colpos.mx

RESUMEN

En el estado de Tabasco, crecen chiles de forma silvestre, en diferentes épocas del año y bajo diferentes condiciones de radiación solar, entre ellos el chile amashito. Los cambios en el uso del suelo han cambiado el hábitat de estos chiles, que tienen que adaptarse a las nuevas condiciones, entre ellas la disponibilidad de la luz solar. En este trabajo se evaluó la respuesta de dos especies de chiles nativos a la radiación incidente, considerando como variables de respuesta a la altura a inicio de maduración de frutos, días a maduración de frutos y tasa relativa de crecimiento. El trabajo se desarrolló en una parcela experimental donde se establecieron tratamientos con malla sombra color negro con porcentajes de intercepción de radiación solar del 35 y 70% y cielo abierto. El experimento se estableció bajo un diseño de parcelas divididas con subparcelas completamente al azar. Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza y comparación de medias de Tukey. La radiación solar incidente afectó la altura de las plantas al inicio de maduración de los frutos de los chiles amashito y garbanzo. El chile garbanzo mostró mayor altura a esta etapa fenológica con la malla sombra de 70%, seguido del 35% y cielo abierto. El número de días a maduración de los frutos disminuye cuando los chiles se cultivan en cielo abierto, y aquellos frutos bajo el tratamiento del 70% de sombra presentan un mayor número de días para alcanzar la maduración. La radiación incidente afecta la duración del periodo de maduración solo en el chile garbanzo. La tasa de crecimiento es cercana a cero a partir del inicio de la fructificación en los tres genotipos y nivel de sombreado.

Palabras clave: *chiles nativos, radiación solar, malla sombra, fenología.*

INTRODUCCIÓN

Las condiciones ambientales del estado de Tabasco, son favorables para el cultivo de muchas especies vegetales, desde grandes plantaciones de frutales y forestales hasta el cultivo de hortalizas en pequeñas huertas de traspatio, donde se incluyen especies vegetales nativas representativas de la alimentación tabasqueña, como los chiles silvestres que crecen en cualquier época del año. Entre estos chiles silvestres están *C. frutescens* L. conocido comúnmente como pico paloma (PIP) (De la Cruz-Lázaro *et al.*, 2017), y *C. annuum* var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill, morfotipos amashito (AMA), garbanzo (GAR) y ojo de cangrejo (Castañón-Nájera *et al.*, 2008; Velázquez-Ventura *et al.*, 2018). Estos chiles crecen principalmente en ecosistemas de selva baja conocidos como acahuals o montañas, también en diferentes agrosistemas como plantaciones de cacao, de coco, de plátano, etc., donde la luz solar no alcanza directamente a las plantas de chiles, por lo que reciben menor radiación solar. Asimismo, estos chiles crecen en potreros, orilla de camino y huertos familiares, donde tienen más contacto directo con la luz solar. Estos sitios son lugares estratégicos para la conservación de este valioso recurso genético (Gutiérrez-Burón *et al.*, 2020). Sin embargo, con la deforestación y el constante cambio en el uso de suelo, la estructura vegetal de estos sitios se ve afectada y con ello la presencia de estos chiles, que deben realizar cambios morfológicos y fisiológicos para adaptarse a las nuevas



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

condiciones entre ellas, precipitación, temperatura y la calidad y disponibilidad de la luz solar. De acuerdo a Taiz y Zeiger (2006), entre las características que han sido relacionadas con la respuesta de las plantas a la cantidad y calidad de luz recibida, están la elongación del tallo, la reducción del área foliar y de ramificaciones, modificación de la duración de ciclos fenológicos y calidad de frutos; efectos que podrían ser observados en los chiles silvestres del estado por efecto de cambios ambientales. Asumiendo, que estos chiles, son materiales genéticos valiosos que requieren ser preservados, es necesario conocer los efectos que la cantidad de radiación solar tiene en la fenología de estas especies. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del sombreado en la altura y días a maduración de frutos y tasas de crecimiento de dos especies de chiles nativos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal. En otoño 2019, se colectaron en una plantación de cacao del municipio de Huimanguillo, Tabasco (17°43'18.2" N, 93°23'10.7" O), frutos maduros rojos de PIP, AMA y GAR. Las semillas se extrajeron en el Laboratorio de Fisiología Vegetal del Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco; se lavaron, se secaron y fueron tratadas con 500 mg L⁻¹ de ácido giberélico durante 24 h, para romper latencia y promover germinación. La siembra se realizó en charolas de plástico utilizando como sustrato peat moss.

Trasplante. 36 plántulas se trasplantaron 30 días después de la siembra en la parcela experimental, bajo tres niveles de sombreado (NS): 0 (cielo abierto), 35% y 70% de sombra. La parcela se ubicó cerca del sitio donde se realizaron las colectas. Los porcentajes de sombreado se lograron con el uso de malla sombra color negro. Los porcentajes de sombra elegidos pretenden simular la disponibilidad de luz en las condiciones en las que se encuentran las especies de chiles en el campo (plantación de cacao y huerto familiar). El tratamiento sin malla sombra corresponde a las condiciones en las que se encuentran algunas plantas a orillas de carreteras y potreros. La distancia entre plantas fue de 1 m.

Variables evaluadas:

Altura a maduración de frutos (AMF). La AMF se midió (cm) en cada nivel de sombreado, con una regla graduada, desde la base del tallo hasta el ápice cuando la planta presentó el primer fruto con coloración roja, característica de los chiles maduros.

Días a maduración de frutos (DMF). Se contabilizaron los días transcurridos desde el trasplante hasta el momento en que todas las plantas presentaron frutos con coloración roja, característica de los chiles en cada nivel de sombreado.

Duración del periodo de maduración de frutos (PDMF). El PDMF resultó de cuantificar los días transcurridos desde la antesis, hasta el momento en que todas las plantas presentaron frutos rojos en cada nivel de sombreado. Para ello, al momento de la antesis se marcaron en dos ocasiones 5 flores por planta y nivel de sombreado, a las que se les dió seguimiento hasta la maduración de cada fruto.

Tasa relativa de crecimiento (TRC). Se calculó la tasa relativa de crecimiento (TRC), mediante la ecuación siguiente adaptada de Hunt (1981). $TRC = [(ln Alt2 - ln Alt1) / (T2-T1)]$, donde ln Alt2 y ln Alt1 son el logaritmo natural de la altura de la planta en el tiempo T2 y T1, respectivamente. Esta variable indicó la cantidad de cm ganados por días. Se expresó en $cm\ cm^{-1}\ d^{-1}$

Diseño experimental y análisis de datos. El experimento se estableció bajo un diseño de parcelas divididas con subparcelas completamente al azar. La parcela principal fue el nivel de sombreado (0, 35%, 70%) y la subparcela los genotipos de chiles (AMA, GAR y PIP), con tres repeticiones. Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza y comparación de medias correspondientes por la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura a maduración de frutos: La figura 1, muestra el efecto del sombreado en la altura a la maduración de frutos de tres genotipos de chiles. Hay efecto significativo por nivel de sombreado en el genotipo GAR y AMA, el primero presenta mayor altura al inicio de maduración de frutos con el sombreado de 70%, seguido del 35% y cielo abierto. En el genotipo AMA también se muestra el efecto por sombreado; con el 70% de sombra, las plantas exhiben mayor altura al momento de inicio de



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

maduración de frutos, mientras que con cielo abierto la menor. En el caso de PIP no se observó efecto de sombreado en esta variable. AMA presentó la menor altura de los tres chiles evaluados. Los resultados concuerdan con Zermeño-González *et al.* (2019), quienes observaron una mayor altura en plantas de pimiento morrón que estaban bajo malla sombra de colores, en comparación con las que estaban en campo abierto. La cantidad y distribución de radiación incidente tiene un efecto significativo en la altura de plantas. A través del ciclo de crecimiento del cultivo, las plantas que reciben menor cantidad de radiación durante el día presentan mayor altura, mientras que las que crecen a campo abierto que reciben mayor PAR, su porte es menor, por lo tanto, presentan también menor área foliar (Valiente-Banuet *et al.*, 2016).

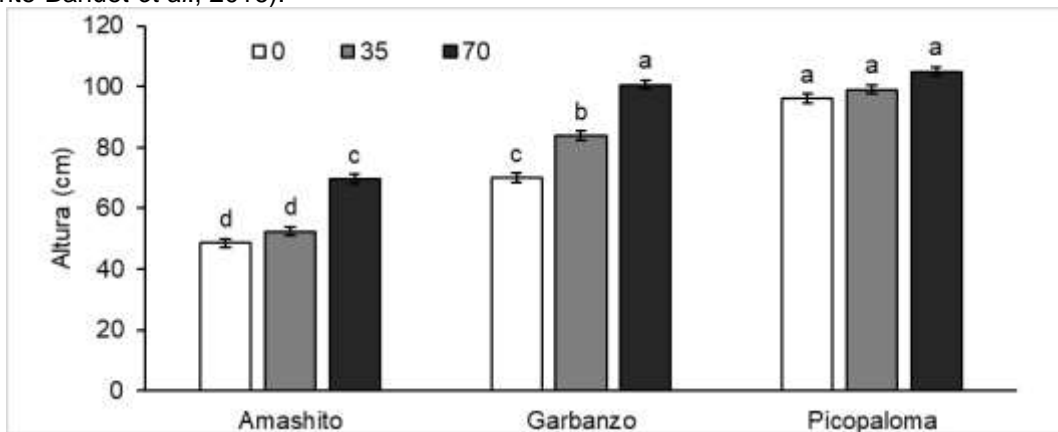


Figura 1. Altura a maduración de frutos de tres genotipos de chiles sin y con malla sombra. 0, 35 y 70 indican los porcentajes de radiación solar interceptada por la malla sombra. Barras con letra diferente presentan diferencia estadística (Tukey, $p \leq 0.05$).

Días a maduración y duración de periodo de maduración de frutos: El efecto del sombreado en los DMF y PDMF se muestran en la figura 2. En los DMF hay diferencias significativas entre el 70% de sombreado y campo abierto en los tres genotipos de chiles (Figura 2A). Los frutos bajo el tratamiento del 70% de sombra presentan maduración en menor número de días, es decir son más precoces, mientras que cuando están expuestos a mayor radiación este periodo es más largo. Sin embargo, la duración del periodo de maduración solo muestra respuesta significativa en el chile garbanzo (Figura 2B). Resultados similares en DMF fueron observados por Paredes-Jácome *et al.* (2019) usando mallas de diferentes colores en chile piquín del estado de Coahuila. Las plantas bajo malla sombra presentaron mayor precocidad a floración que aquellas bajo cielo abierto, especialmente las mallas de color azul y blanca.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

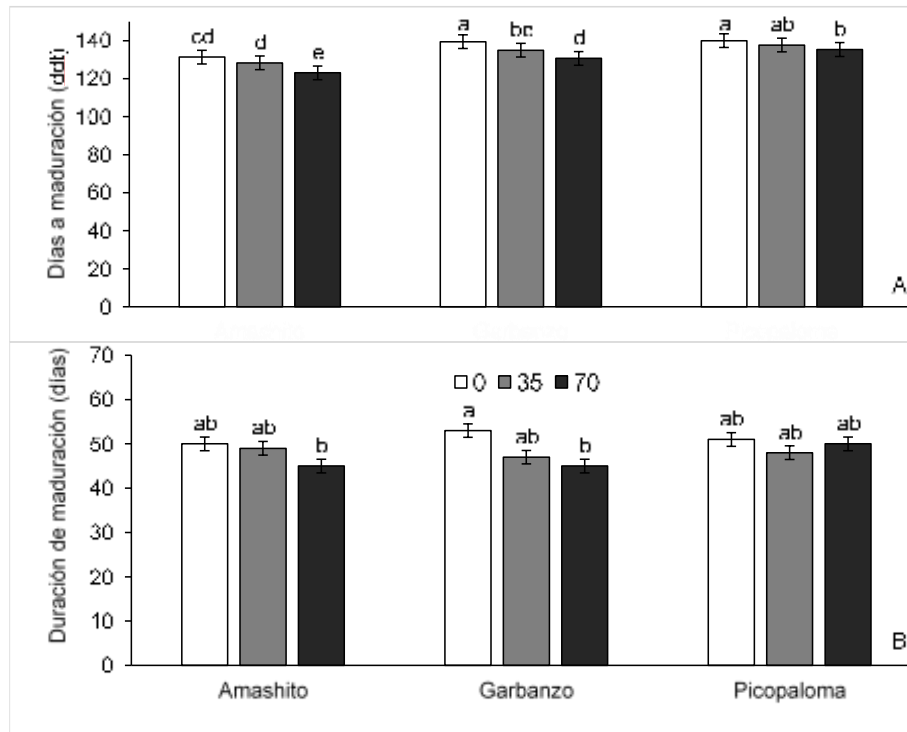


Figura 2. Días a maduración de frutos de tres genotipos de chiles sin y con malla sombra. A, días a maduración de frutos. B, duración del periodo de maduración de frutos. 0, 35 y 70 indican los porcentajes de radiación solar interceptada por la malla sombra. Barras con letra diferente presentan diferencia estadística (Tukey, $p \leq 0.05$).

Tasa relativa de crecimiento: La figura 3 muestra el efecto en la TRC por los dos niveles de sombreado y cielo abierto en los tres genotipos de chiles. Se observa que la TCR es alta desde el trasplante hasta el inicio de floración. En el chile PIP hasta la floración, la TCR es mayor en plantas en condiciones de cielo abierto ($0.1691 \text{ cm cm}^{-1} \text{ d}^{-1}$) comparado con las plantas bajo mala sombra del 70 % (0.0665). No obstante, en el chile GAR se observa que la TCR es mayor por efecto de la malla sombra del 70% ($0.1697 \text{ cm cm}^{-1} \text{ d}^{-1}$) comparándolo con la malla sombra del 35% ($0.0988 \text{ cm cm}^{-1} \text{ d}^{-1}$). Se muestra también que a partir del inicio de la floración la TRC se reduce y es casi nula durante el fructificación en los tres genotipos de chiles y niveles de sombreado.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

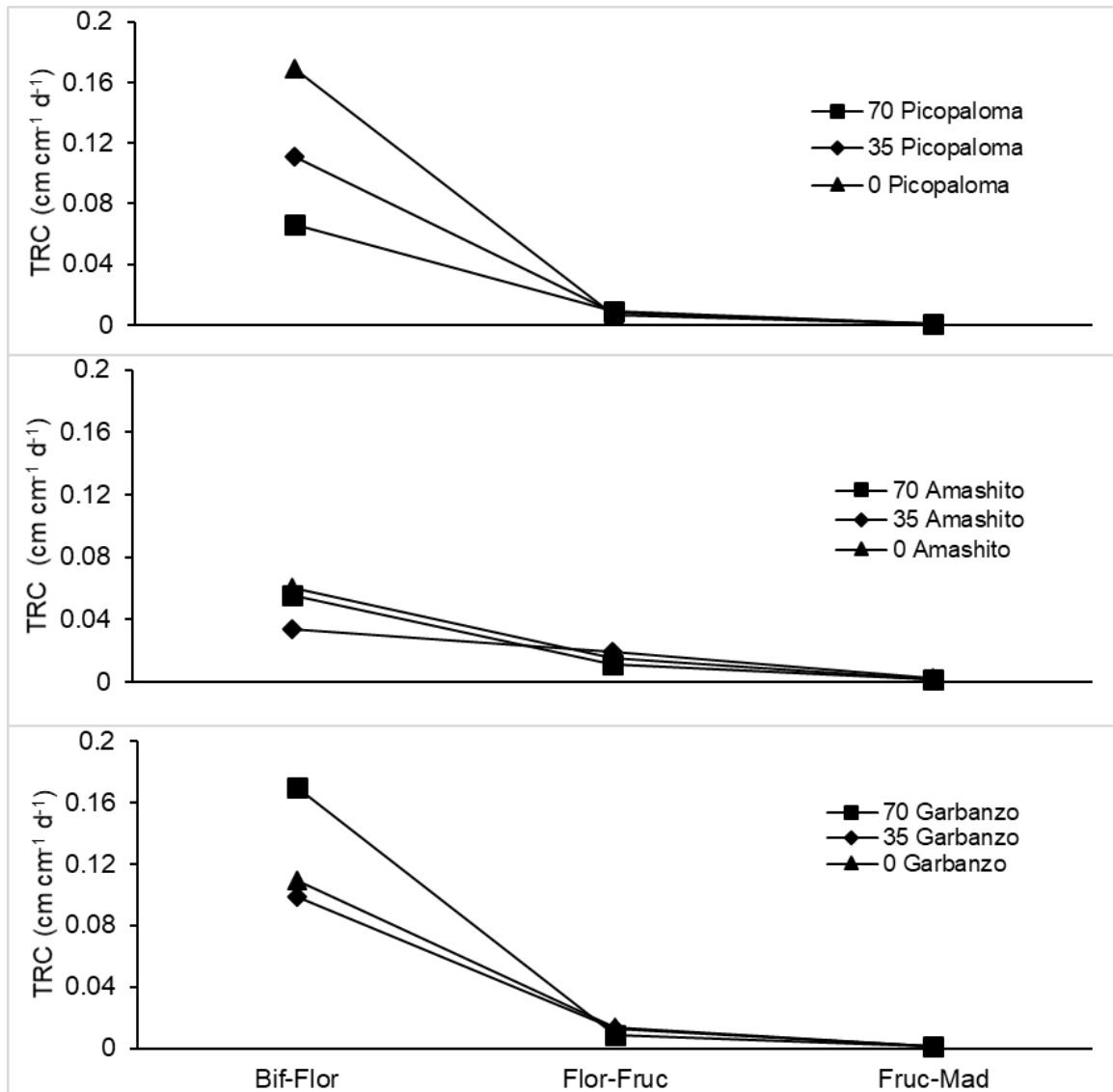


Figura 3. Tasa relativa de crecimiento de tres genotipos de chiles sin y con malla sombra a partir de la primera bifurcación hasta la maduración de frutos.

CONCLUSIONES

La cantidad de radiación solar incidente afectó la altura de las plantas de chile AMA y GAR, al inicio de maduración de los frutos. Los genotipos AMA y GAR mostraron mayor altura con la malla sombra de 70%. El número de días a maduración de los frutos aumentan cuando los chiles se cultivan en campo abierto, por lo que la malla sombra disminuye el número de días a maduración en los tres genotipos de chile. La tasa de crecimiento es alta desde el trasplante hasta el inicio de floración, a partir de ésta el crecimiento se reduce y es casi nula a partir del fructificación en los tres niveles de sombreado.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

LITERATURA CITADA

- Castañón-Nájera, G., Latournerie-Moreno, L., Mendoza-Elos M., Vargas-López A., y Cárdenas-Morales H. 2008. Colección y caracterización de chile (*Capsicum* spp.) en Tabasco. *International Journal of Experimental Botany*, 77: 189-202.
- De la Cruz-Lázaro, E., Márquez-Quiroz, C. Osorio-Osorio R., Preciado-Rangel, P. y Márquez-Hernández C. 2017. Caracterización morfológica *in situ* de chile silvestre Pico de paloma (*Capsicum frutescens*) en Tabasco, México. *Acta Universitaria*, 27: 10-16.
- Gutiérrez-Burón, R., Latournerie-Moreno, L., Garruña-Hernández, R., Ruiz-Sánchez, E., Lara-Martín, A. R., y Castañón-Nájera G. 2020. Diversidad fenotípica de chile Amashito de Tabasco y Chiapas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11: 649-662.
- Hunt, R. 1981. *Plant Growth Analysis*. The Institute of Biology's Studies in Biology No. 96. Edward Arnold Publishers LTD. London. England. 67 p.
- Paredes-Jácome, J.R., Mendoza-Villarreal, R., Perez-Rodriguez, M.A., Robledo-Torres, V., and Moreno-Limón, S. 2019. Agronomic behavior of piquin pepper ecotypes under photoselective covers. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas*, 11: 53-67.
- Taiz, L., and Zeiger, E. 2006. *Fisiología vegetal*. Vol. 2. Castelló de la Plana: Publicaciones de la Universitat Jaume I. Valencia, España. 1338 p.
- Valiente-Banuet, J.I., and Gutiérrez-Ochoa, A. 2016. Effect of Irrigation Frequency and Shade Levels on Vegetative Growth, Yield, and Fruit Quality of Piquin Pepper (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*). *Hortscience* 51: 573-579.
- Zermeño-González, A., Claveria-Cigarrero G.L., Melendres-Alvarez A.I., Ramírez-Rodriguez, H., Munguía-López, J.P., Campos-Magaña, S.G., y Cadena-Zapata M. 2019. La cubierta plástica y su relación con la radiación, crecimiento y rendimiento de un cultivo de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.). *Agrociencia*, 53: 709-723.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**PRODUCCION DE FRIJOL A CIELO ABIERTO Y EN AMBIENTE PROTEGIDO EN EL CENTRO DE
VERACRUZ**

**BEAN PRODUCTION IN OPEN SKY AND IN A PROTECTED ENVIRONMENT IN THE CENTER OF
VERACRUZ**

***¹Capetillo Burela Á.; ¹Zetina Lezama R.; ¹Reynolds Chávez M. A.; ¹Ugalde Acosta F.J.; ¹Matilde Hernández C.; ¹Espinoza Del Carmen A.; ²Cadena Zapata M.; ²López Lopez J. A.**

¹Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. Km 34.5 Carretera Veracruz Córdoba, Medellín, Veracruz, México. Autor para correspondencia: capetillo.angel@inifap.gob.mx y zetina.rigoberto@inifap.gob.mx. Teléfono: 800 088 22 22, Extensión 87230 y 87254

²Universidad Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.

Correo: martincadenaz@gmail.com, juan.alopez@uaaan.edu.mx

RESUMEN

En las últimas décadas los ciclos agrícolas han cambiado a tal grado que cada año se presentan diferentes condiciones de precipitaciones, vientos y sequías; y que ha ocasionado que las siembras de frijol de temporal presenten rendimientos por debajo de la media nacional ya sea por la escases o exceso de agua, así como vientos del norte. En octubre 2020 se establecieron 3 hectáreas de frijol negro Jamapa a cielo abierto, y una segunda siembra en 300 m² con la misma variedad en ambiente protegido. La siembra convencional contempló la preparación del terreno, fertilización con 40-40-40 unidades de N-P-K, siembra mecanizada, riego por gravedad, control químico de malezas y plagas, cosecha manual y trilla mecanizada. La siembra en ambiente protegido se realizó en seis camas de firma manual, control de malezas y plagas químico, riego por goteo, nutrición en drench, cosecha y trilla manual. Se encontró que la siembra de frijol a cielo abierto presentó problemas por plagas, malezas en sus etapas iniciales; así como daños en la floración por la presencia de vientos del norte, altos costos de aplicación foliar (cada 5 días) debido a los vientos del norte y altas temperaturas; mientras que la siembra en ambiente protegido sólo recibió tratamientos preventivos en el control de malezas, y plagas, riegos cada 5 días con un volumen de 1000 litros en 300 m². El rendimiento obtenido en la siembra a cielo abierto fue de 350 kg/ha; mientras que en ambiente protegido fue de 70 kg en 300 m²; lo cual, estimando este último rendimiento por hectárea de acuerdo a las dimensiones del bioespacio (300 m²) se estimó un rendimiento de 2.33 t/ha. Se concluye que la siembra de frijol negro Jamapa en ambiente protegido es una excelente alternativa para producir frijol para pequeños productores del trópico mexicano.

Palabras clave: *Temporal, riego, grano, humedad, suelo*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**RENDIMIENTO DE BIOMASA DURANTE EL DESARROLLO FENOLÓGICO DE CHIPILÍN
(*Crotalaria longirostrata*).**

**BIOMASS YIELD DURING THE PHENOLOGICAL DEVELOPMENT OF CHIPILÍN (*Crotalaria
longirostrata*).**

**^{1*}Méndez López A.Y., ¹Lagunes Espinoza L.C., ¹Hernandez Nataren E., ¹Ortíz Garcia C.F.,
²González-Esquinca A.R.**

¹Posgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico, Colegio de posgraduados Campus Tabasco, Periférico Carlos A. Molina s/n, 86500 H. Cárdenas, Tabasco.

²Laboratorio de Fisiología y Química Vegetal, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes, Tuxtla Gutiérrez, Chis.

Autor para correspondencia: mendez.ana@colpos.mx

RESUMEN

El género *Crotalaria longirostrata* es una leguminosa popularmente utilizada en la gastronomía del estado de Tabasco, conocida como Chipilín. No obstante, se conoce poco sobre su crecimiento y rendimiento de follaje. En este estudio se evaluó el desarrollo fenológico del Chipilín utilizando la escala BBCH, y el rendimiento de biomasa total en cada uno de los estados fenológicos. El experimento se realizó del 07 de septiembre de 2020 al 31 de mayo de 2021. Los resultados se sometieron a análisis de varianza y pruebas de medias de Tukey utilizando el software estadístico Infostat. Los resultados mostraron que usando la escala BBCH se identificaron ocho estados fenológicos en chipilín, desde la siembra hasta la primera floración, y estos se presentaron en un periodo de 240 días (ocho meses). El mayor rendimiento de biomasa total se observó en los estados 5, 6, 7 y 8. Durante el ciclo de crecimiento, la mayor acumulación de biomasa se observó en tallos, seguida de hojas y raíces. La relación hoja-tallo mayor o igual a 1 se observa en los estados 1, 2, 3 y 5.

Palabras clave: *BBHC, Chipilín, fenológico, biomasa*

INTRODUCCIÓN

El género *Crotalaria* pertenece a la familia *Leguminosae* (*Fabaceae*), tribu *Crotalarieae*, distribuida en unas 300 especies alrededor del mundo. Dentro de este género se encuentra la especie *C. longirostrata* Hook. & Arn. conocida en Tabasco como Chipilín (Castro *et al.*, 2011), que crece de manera silvestre y es consumida como verdura por sus hojas y brotes, cocidos o mezclados con frijoles, carne molida o huevos revueltos o en diversos alimentos como tamales, sopas, y agregados en guisos y tortillas (Morton, 1994); el follaje es rico en calcio, hierro, tiamina, riboflavina, niacina, y ácido ascórbico (Jiménez-Aguilar y Grusak, 2015). El Chipilín, es una especie subutilizada al no considerarse una especie de importancia económica o cultural, por lo que su aprovechamiento es doméstico, es fomentada y protegida en los huertos familiares sin programas de manejo concretos (Ponce-Díaz y Zuart-Macías, 2013).

Aun cuando el Chipilín es una planta muy consumida en los hogares del estado de Tabasco y en el sureste del país, además de ser utilizada por sus propiedades medicinales, no se encuentra información registrada de estudios realizados sobre los diferentes estados de desarrollo de la planta o condiciones de manejo. Además, en Tabasco, se ha determinado de acuerdo a visitas a huertos familiares donde es una especie fomentada, que la época de cosecha de hojas del Chipilín abarca casi todo el año: meses de marzo-abril, agosto-octubre, diciembre (Centurión *et al.*, 2000), pero sin información sobre la cantidad de follaje producido, ni de la etapa fenológica en la cual se encuentra la planta cuando las hojas son cosechadas. De ahí la importancia de realizar un estudio fenológico de la misma. La fenología es el estudio de los eventos del ciclo de vida animal o vegetal, en función del clima



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

circundante. El uso de una guía de eventos fenológicos o fases de la historia de vida de cualquier tipo puede ser una herramienta clave para ayudar a los investigadores y productores a tomar mejores decisiones en cuanto a técnicas de cultivo, uso de fitofármacos y aplicación de fertilizantes (Calvancante *et al.*, 2020). En este estudio se evaluó el desarrollo fenológico del Chipilín de acuerdo a la escala Biologische Bundesanstalt Bundessortenamt und Chemische Industrie (BBCH), y el rendimiento de biomasa total en cada uno de sus estados fenológicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en el periodo del 07 de septiembre 2020 al 31 de mayo 2021 bajo un diseño experimental completamente al azar con ocho repeticiones por estado fenológico. Se emplearon macetas de 5 kg de suelo y vermiculita en relación 4:1, con diez plantas por maceta. Los resultados se sometieron a análisis de varianza y pruebas de medias de Tukey utilizando el software estadístico Infostat.

Variables de estudio

Etapas fenológicas. Siguiendo la escala BBCH (Enriquez-Hidalgo *et al.*, 2019) se registraron dos veces por semana, los principales estados de crecimiento de Chipilín desde la siembra a la primera floración: germinación (Estado 0), desarrollo de hojas (Estado 1), formación de tallos (Estado 2), elongación del tallo (Estado 3), desarrollo de partes vegetativas cosechables (Estado 4), emergencia de inflorescencia (Estado 5), floración (Estado 6), desarrollo de vainas (Estado 7) y maduración de vainas (Estado 8).

Biomasa aérea y radical. En cada muestreo por estado fenológico, se separaron los componentes de la planta, hojas, tallos y raíces. Se midió el área foliar con un integrador de área foliar LI-3100. Por cada componente se registró el peso fresco y el seco a 50°C por 72 h.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Etapas fenológicas. La BBCH es un sistema con códigos decimales uniformes para estados fenológicos de especies de plantas monocotiledóneas y dicotiledóneas (Enríquez-Hidalgo *et al.*, 2020). En especies del género *Crotalaria* no se han registrado las etapas fenológicas siguiendo esta escala desde la siembra hasta la primera floración. De acuerdo con el periodo evaluado durante los ocho estados fenológicos (figura 1a), en el estado 0 se presenta la germinación de la semilla, estado que tuvo una duración de siete días, terminando con la aparición de los cotiledones completamente abiertos. El siguiente estado corresponde al número 1 en donde se presenta el desarrollo de hojas, la evaluación de este estado finaliza cuando la planta de Chipilín presenta nueve hojas trifoliadas completamente abiertas. Este estado tuvo una duración de 30 días. El estado 2 toma como puntos de referencia la formación de tallos secundarios con tamaño superior a 0.5 cm; con la aparición de 9 tallos secundarios finaliza esta etapa y tuvo una duración de 31 días. Es importante señalar que las plantas de chipilín debido a la dominancia apical del meristemo apical, el desarrollo de ramificaciones mayores de 5 cm no se observa en este estado.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

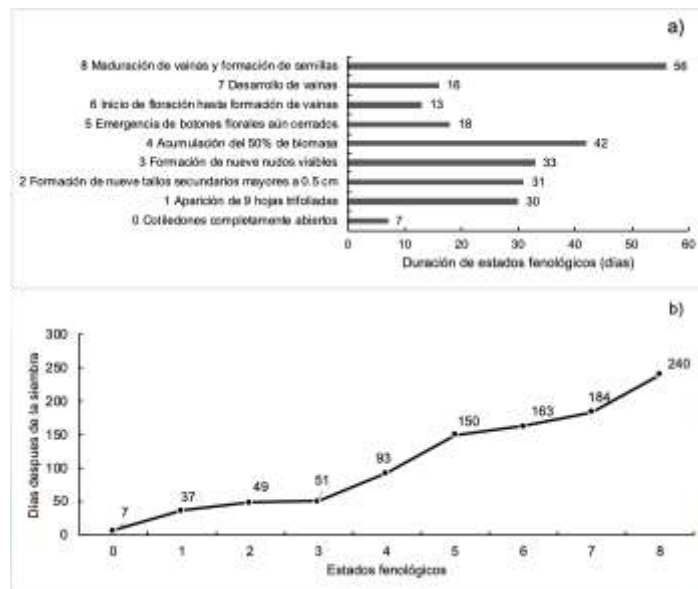


Figura 1. Duración (a) y desarrollo (b) de las etapas fenológicas evaluadas durante el primer ciclo de *C. longirostrata*.

El estado 3 correspondiente a la elongación de tallos, se evalúa con la presencia de 9 nudos visibles y este periodo tiene una duración de 33 días, el cual se presenta al mismo tiempo que el estado 2. El siguiente periodo tiene una duración de 42 días y corresponde al estado 4, desarrollo de partes vegetativas cosechables, este estado se mide en porcentajes de crecimiento de 10, 30, 50 y 90%. Para alcanzar el 50% de acumulación de biomasa a la planta le tomó 42 días. En el estado número 5 se presenta la emergencia de inflorescencia, esta inflorescencia debe ser la primera visible y debe estar ubicada en el meristemo apical de la planta, para plantas de Chipilín este periodo desde aparición de inflorescencia hasta aparición de botones florales aún cerrados duró 18 días, El estado 6 marca el periodo de floración, el cual inicia con botones completamente abiertos y termina con la formación de vainas con pétalos senescentes aún pegados, duró 13 días. El desarrollo de las vainas ocurre en el estado fenológico número 7 y tiene una duración de 28 días, en este transcurso, las vainas crecen y alcanzan el 70% de su crecimiento. El último estado fenológico evaluado es el estado 8, durante esta etapa ocurre la maduración de las semillas, en las plantas de chipilín. Este periodo es de 56 días y finaliza cuando las vainas están maduras y las semillas obtienen su color final, están secas y duras. Dado el carácter semiperenne de la planta de chipilín, inicia nuevamente el ciclo de floración hasta maduración de vainas y cosecha de semillas. Estudios utilizando la escala BBCH para describir las etapas fenológicas, se han realizado en manzana de azúcar, (*Annona squamosa* L.), pepino dulce (*Solanum muricatum*), tomate de árbol o tomatillo (*Solanum betaceum* Cav.), zapote (*Manilkara zapota*) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (Calvancante *et al.*, 2020).

Días transcurridos desde la siembra. En la figura 1b se muestra la evolución de las etapas fenológicas a través de los días hasta llegar al último estado evaluado. Como se observa en la figura, el incremento es exponencial, para cada estado se observa un incremento consecutivo a partir de los 7 días en que se presentó la germinación de la semilla, hasta llegar al estado 8 (6 de mayo 2021) con 240 días transcurridos desde la fecha de siembra el día 7 de septiembre de 2020. Este primer ciclo de cultivo tuvo una duración de ocho meses, a partir de aquí, solo se presentan ciclos de floración a maduración de vainas.

Acumulación y distribución de biomasa por estado fenológico. La acumulación de biomasa fue baja en hojas, tallos y raíces durante los estados 1, 2, y 3 (figura 2a), en los cuales el incremento es



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

mínimo, posteriormente, a partir del estado 4 se observa una aceleración en la acumulación de biomasa, alcanzando una planta un promedio de 9.88 g MS, y al final en el estado 8, 59.05 g MS.

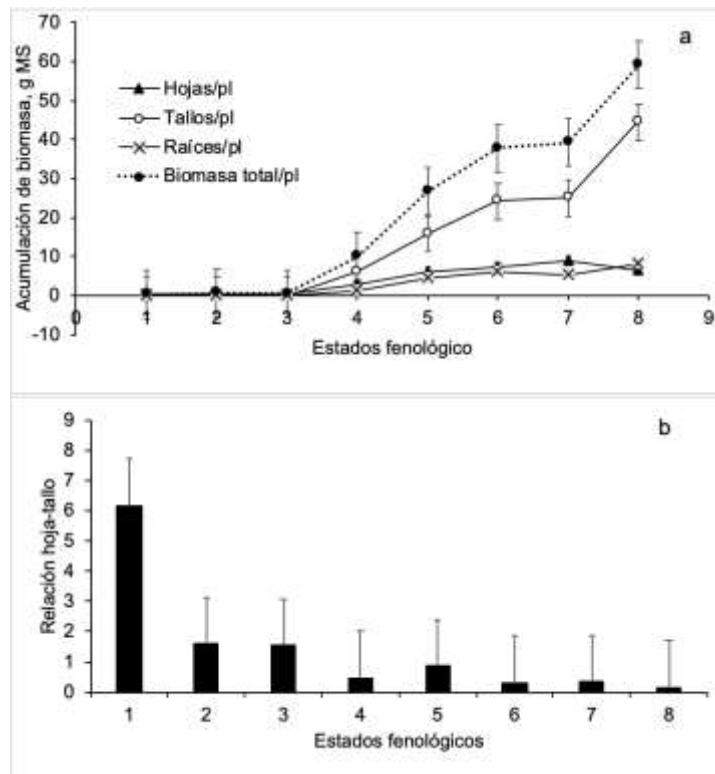


Figura 2. Acumulación total de biomasa (a) y relación hoja-tallo (b) de estados fenológicos de *C. longirostrata*.

Las raíces presentaron una acumulación de materia seca igual que las hojas durante todo el ciclo, alcanzando al final en el estado 8, 8.16 g MS. Las hojas, en el estado 4 acumularon 2.69 g MS, con un máximo de 8.89 g MS en el estado 7, y una reducción en el estado 8 (6.45 g MS). El tallo, a diferencia de hojas y raíces, mantuvo un incremento constante durante los 8 estados fenológicos evaluados iniciando el incremento significativo a partir del estado 4 con 6.5 g MS planta⁻¹ y alcanzando un promedio final de 44.44 g MS planta⁻¹. Los resultados obtenidos concuerdan con el estudio realizado en Chipilín por Ramón-López *et al.* (2020) en plantas de hasta 110 días de edad expuestas a 100% de radiación solar, donde muestran una acumulación de materia seca de hoja significativamente menor al rendimiento total en tallo a esta edad de la planta.

Relación hoja-tallo. En la figura 2b se observa que para el estado 1, existe una alta relación hoja-tallo con un valor promedio de 6.18, mientras que para los siguientes estados el valor disminuye fuertemente, incrementando el peso del tallo sobre el de las hojas. Al finalizar la evaluación fenológica en el estado 8 se presenta una relación mínima entre estos parámetros con un valor promedio de 0.16, mostrando que la planta de Chipilín, durante su ciclo de desarrollo, aumenta principalmente el contenido de materia seca de los tallos. Los estados que presentan relación hoja-tallo superior o igual a 1 son el 1, 2, 3 y 5. En alfalfa, la relación hoja tallo cambia con la estación del año, siendo menor a 1 en primavera, indicando que a mayor tasa de crecimiento, existe un acelerado recambio en los tejidos y mayor contribución del tallo a la relación hoja-tallo (Luna *et al.*, 2018).



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

CONCLUSIONES

La escala BBCH permitió determinar los estados fenológicos de Chipilín, y la acumulación y distribución de biomasa por cada estado. La relación hoja-tallo es mayor o igual a 1 en los estados 1, 2, 3 y 5, en los estados subsecuentes la mayor acumulación de biomasa se da en el tallo, lo que tiene implicaciones negativas en el rendimiento de materia seca foliar.

LITERATURA CITADA

- Castro, L. D., Basurto, P. F., Mera, O. L. M., Bye, B. R. A. 2011. Los quelites, tradición milenaria en México. Universidad Autónoma Chapingo, México. 36 p. ISBN: 978-607-12-0202-4.
- Cavalcante, A., Lemos, L., Meirelles, F., Cássio, A., Aquino, L. 2020. Thermal sum and phenological descriptions of growth stages of the common bean according to the BBCH scale. *Annals of Applied Biology*. 176. 10.1111/aab.12571.
- Centurión, D. H., Espinoza, M. J., Cazares, C. J. G. 2000. Catálogo de plantas de uso alimentario tradicional en la región sierra del estado de Tabasco. Fundación Produce Tabasco A.C. Villahermosa, Tabasco, pp 21.
- Enriquez-Hidalgo, D., Cruz, T., Teixeira, D. L., Steinfort, U. 2019. Phenological stages of Mediterranean forage legumes, based on the BBCH scale. *Annals of Applied Botany*. 176:357–368. DOI: 10.1111/aab.12578.
- Jiménez-Aguilar, D. M., Grusak, M. A. 2015. Evaluation of minerals, phytochemical compounds and antioxidant activity of Mexican, Central American, and African green leafy vegetables. *Plant Foods Hum Nutr* 70:357–364.
- Morton, J. F. 1994. Pito (*Erythrina berteroana*) and chipilín (*Crotalaria longirostrata*), (Fabaceae) two soporific vegetables of Central America. *Econ Bot* 48(2):130–138.
- Ponce-Díaz, P., Zuart-Macías, J. L. 2013. Chipilín (*Crotalaria longirostrata* Hook & Arn.). pp. 212-214. En: La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Gobierno del Estado de Chiapas, México.
- Ramón-López, V. E., Castillo-Alvarez, M., Almaguer-Vargas, G., Gaordona, P. M., Sanches, S. C. 2020. Chipilín biomass production of *Crotalaria longirostrata* Hook & Arn under different formulations of fertilization and solar radiation levels. *Agrofor international journal* 5(3): 132-140.
- Luna, G.M.J., López, C.C., Hernández-Garay, A., Martínez- Hernández, P.A., Ortega-Cerrilla. M.E. 2018. Evaluación del rendimiento de materia seca y sus componentes en germoplasma de alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 9(3): 487-505.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**RELACIÓN ESPACIAL ENTRE RENDIMIENTO DE MAÍZ Y RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN
DEL SUELO**

SPATIAL RELATIONSHIP BETWEEN CORN YIELD AND SOIL PENETRATION RESISTANCE

¹Méndez Dorado MA, ¹López López JA, ¹López López GF, ¹González Ramírez HE, ²Reynolds Chávez MA y ²Capetillo Burela A

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro Núm. 1923, Col. Buenavista, C.P. 25315. Saltillo, Coahuila, México.

²Campo Experimental Cotaxtla-CIRGOC-INIFAP. km 34 Carretera Veracruz Córdoba C.P. 94270. Medellín de Bravo, Veracruz, México

Autor para correspondencia: mario.mendez@uaaan.edu.mx

RESUMEN

Las capas compactas de suelo tienen una afectación negativa en el desarrollo radicular de las plantas. Una manera fiable para determinar si existen capas compactas en el suelo es mediante la medición de la resistencia a la penetración mediante penetrómetros en puntos de muestreo que permitan la rápida adquisición de datos y la representatividad para inferir con interpolaciones los valores de forma continua en puntos donde no se muestrea. De este modo, se podría comparar la respuesta de rendimiento de cultivo contra la resistencia a la penetración y poder predecir o mitigar de forma precisa las capas compactas que tengan potencial de afectación en rendimiento. En este estudio, se presentan resultados preliminares de muestreos de resistencia a la penetración del suelo y la representación gráfica mediante un mapa de diagnóstico y clasificación de los valores de resistencia a la penetración. Asimismo, se presentan datos de rendimiento de maíz para forraje, muestreados en 12 parcelas experimentales. Al final, se realiza una tabla comparativa de categorías de rendimiento del cultivo con su correspondiente categoría de resistencia a la penetración. De las 12 parcelas, se observó que, en 9 de ellas, hubo un registro de rendimientos medios (44.4 – 68.2 t/ha), correspondiente a categorías medias de resistencia a la penetración (1.3 – 3.4 MPa), mientras que una categoría de rendimiento bajo (36.5 – 44.4 t/ha) y dos de rendimiento alto (68.2 – 76.1 t/ha), obtuvieron categoría media (1.3 – 2.4 MPa) de resistencia a la penetración.

Palabras clave: *capas compactas, penetrómetro, índice de cono, interpolación IDW*



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

APLICACIÓN DE UNA RED NEURONAL DE RETROPROPAGACIÓN PARA ESTIMAR EL ÁREA FOLIAR DE JITOMATE (*Solanum lycopersicum* L) HIDROPÓNICO

APPLICATION OF A BACKPROPAGATION ARTIFICIAL NEURAL NETWORK TO ESTIMATE HYDROPONIC TOMATO (*Solanum lycopersicum* L)'S LEAF AREA

¹Martínez Ruiz A, ¹Pérez Jiménez G, ²Flores de la Rosa F. R, ³Torres Sandoval J, ⁴Prado Hernández J. V, ⁵Candido Mendoza Pérez

¹Centro de Investigación Regional Golfo Centro (CIRGOC) del INIFAP-CE San Martinito Santa Rita Tlahuapan, Puebla, Pue. C.P. 74100, ²INIFAP-CE- IXTACUACO km 4.5 Carretera Martínez de la Torre -Tlapacoyan, Ver. , ³INIFAP CE-CEVAMEX, km 38.5 Carretera los Reyes-Lechería Texcoco- Estado de México C.P. 56230, ⁴Universidad Autónoma Chapingo (UACH) Carretera México-Texcoco, ⁵Postgrado de Hidrociencias, Colegio de Postgraduados C.P.56230. *Autor para correspondencia (martinez.antonio@inifap.gob.mx)

RESUMEN

El estudio del área foliar es esencial y muy significativa en estudios fisiológicos hortícolas y agronómicos que involucran el crecimiento del cultivo y al rendimiento. Tiene vital importancia en el estudio de la interceptación de la luz, el cual tiene influencia en la respiración, producción de materia seca y directamente con el consumo de agua y nutrientes de una planta. Se han realizado estudios que se centran en la evaluación del área foliar utilizando técnicas directas e indirectas. Aunque los métodos directos son precisos, los muestreos implican destruir las plantas, además de ser una actividad tediosa. Las redes neuronales artificiales (ANN) como método indirecto aplicado recientemente para estimar el área foliar, ha mostrado ser una herramienta precisa para estimar esta variable. Por lo que en este trabajo se entrenó y evaluó una red neuronal artificial multicapa (ANN) de retro propagación de los errores, para predecir el área foliar (AF) en un cultivo de jitomate hidropónico en invernadero. Para ello se realizó un experimento, en el que se realizaron muestreos cada 15 días, que consistió en tomar de manera aleatoria cuatro plantas al que se les midió las dimensiones características (largo y ancho) de cada hoja y empleando un integrador (LI-3100, LICOR) se les midió el área foliar, esta información se empleó para buscar la estructura de la red más eficiente, se entrenó, validó y probó la ANN y se realizó el pronóstico del área foliar. Se encontró que la mejor estructura de la red neuronal se obtuvo con una variable de entrada, una capa oculta con 5 neuronas, aplicando una función de activación no lineal del tipo tangente sigmoideal, donde la variable de entrada combinando las dimensiones características de la hoja resultaron más eficiente que considerando estas dimensiones características por separado o bien dos variables de entradas por separadas.

Palabras clave: *modelo ARX, redes neuronales artificiales, expansión foliar, dimensión característica.*

INTRODUCCIÓN

Las hojas son la frontera activa del intercambio de carbono y agua entre las plantas, dosel y la atmósfera, este órgano verdoso ayuda en la alimentación de las plantas a través de la fotosíntesis y evapotranspiración. El índice de área foliar es una variable adimensional, representa un atributo estructural de los componentes de las hojas, tiene vital importancia en la interceptación de la luz el cual tiene influencia en la respiración, producción de materia seca, rendimiento y directamente con el consumo de agua y nutrientes, crecimiento y desarrollo de la planta (Firouzabadi *et al.* 2015; Öztürk *et al.*,2019). El área foliar estimula la cantidad de luz que ingresa a través del dosel e influye en el microclima, por lo que es utilizado como un indicador de la salud de la planta y su desarrollo. Por lo tanto, el estudio del área foliar o el índice de área foliar es esencial y muy significativa en estudios fisiológicos hortícolas y agronómicos. Se han realizado estudios que se centran en la evaluación de área foliar utilizando técnicas directas e indirectas. Aunque los métodos directos son precisos, los



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

muestreos implican destruir las plantas, es una actividad tediosa (Colaizzi *et al.*, 2017), y complicada a medida que el área de experimentación aumenta. Por lo que en la actualidad la atención de los investigadores se centra en buscar métodos indirectos que eviten la destrucción de las plantas (Hossain *et al.*, 2017). Algunos métodos utilizados son, por ejemplo, a través de análisis de imágenes (Campillo *et al.*, 2010), método por mapeo de la radiación PAR (Zhang *et al.*, 2015), utilización de ceptómetros (Mendoza-Pérez *et al.*, 2017), otros han aplicado modelos alométricos relacionando dimensiones características de las hojas (Astegiano *et al.*, 2001; Colaizzi *et al.*, 2017).

En años recientes se han probado redes neuronales artificiales (ANN) dentro de los sistemas agrícolas con exitosos resultados. Yuan *et al.* (2017) evaluó una red neuronal que puede ser utilizado para la estimación del área foliar en el cultivo de soya. por otro lado, Kumar *et al.* (2017) desarrollo una red neuronal artificial (ANN) basado en las longitudes características de las hojas como son; largo y ancho el cual lo comparó con modelos de regresión encontrando mayor eficiencia de la red respecto a los modelos de regresión. Por otro lado, Ahmadian-Moghadam *et al.* (2012) buscó una ANN para calcular el área foliar del cultivo de pepino, encontrando buenos ajustes. Küçükönder *et al.* (2016) utilizó un ANN y análisis de técnicas de regresión para desarrollar el mejor modelo de regresión y concluir que los modelos de ANN son una excelente alternativa para estimar el área foliar y Shabani *et al.* (2017) usó un ANN para estimar el área foliar de diferentes plantas y encontró que las ANN arrojaron resultados aceptables. El objetivo de este trabajo fue buscar la mejor estructura de una red neuronal artificial (ANN) multicapa de retro-propagación (backpropagation). Se realizó el entrenamiento, la prueba y la validación de dicha red para predecir el área foliar (AF) de un cultivo de jitomate (*Solanum Lycopersicum L.*) hidropónico en invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Establecimiento del experimento

El ensayo se realizó en un cultivo de jitomate (*Solanum Lycopersicum L.*) hidropónico en invernadero, cv. "Rafaelo", el cual se germinó el 07 de abril y se trasplantó el 07 de mayo con una densidad de 2.6 plantas/ m², se utilizaron macetas de 13 litros con una combinación de sustrato de tezontle y fibra de coco (70:30). Se instaló un sistema de riego por goteo con goteros auto-compensados insertados, con un sistema de inyección y programación automática de riegos. La variable área foliar del cultivo se midió cada 15 días, para tal efecto se aplicó un método destructivo, consistente en seleccionar 4 plantas de forma aleatoria y se llevaron al laboratorio, donde se les midió las dimensiones características de cada hoja como son; el largo (L) y el ancho (A), al mismo tiempo con el uso de un integrador de área foliar modelo (LI-3100, LICOR) se midió el área foliar de cada hoja.

Estructura de la red neuronal

Con los datos de largo, ancho y área foliar se buscó la mejor estructura de la red neuronal (Figura 1) del tipo retro-propagación del error, teniendo como variables de entrada las dimensiones características de las hojas; largo (L) y ancho (A) y las diferentes combinaciones entre estas variables, largo² (L²), ancho² (A²), largo × ancho (L×A), largo² × ancho (L²×A) y largo × ancho² (L×A²). Los datos se organizaron de la siguiente manera; Para el entrenamiento de la red se utilizó el 50% de los datos, para la prueba el 25% y la validación el 25%, para un número de datos de (n = 299). Se empleo una red multicapa de retro-propagación de los errores (backpropagation neural network). Para realizar el análisis de los datos se normalizaron en un valor entre 0.0 - 1.0 siguiendo la Ecuación (1). El procedimiento consistió en encontrar la red más eficiente que fuera capaz de realizar el mejor pronóstico de la variable área foliar una vez entrenada con un conjunto de datos, para ello se utilizó un bloque de datos independiente (n = 110) para realizar la validación con la finalidad de corroborar la capacidad de predicción de las estructuras de las redes. Se probaron la combinación de entrada con una y dos capas ocultas, variando el número de neuronas por capa de 1 a 7 neuronas.

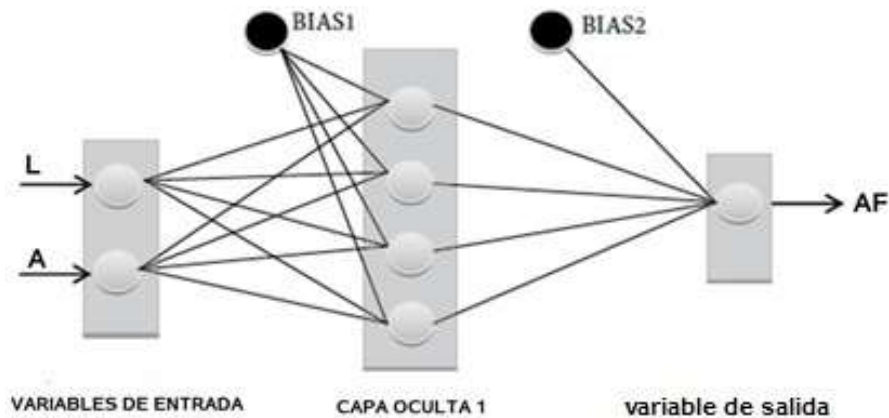


Figura 1. Arquitectura de una red neuronal para estimar el área foliar, para dos variables de entrada largo (L) y ancho (A), una capa oculta y una variable de salida (área foliar, AF).

$$X_{norm} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (1)$$

Donde X_{norm} es el valor de la variable normalizada (área foliar), X es la variable original a normalizar (área foliar), X_{max} y X_{min} son las variables (área foliar) originales mínimas y máximas. Durante el entrenamiento de la red los valores de entrada a la red se calculan de la siguiente manera:

$$Net = \sum_{i=1}^N x_i w_i + \theta_i \quad (2)$$

En la ecuación (2), θ_i es el valor del sesgo, x_i son los valores de la (las) variable(s) de entrada, w_i son los valores de los pesos correspondientes al i ésimo valor. Para calcular los valores de salida de la red se utilizó la función sigmoideal como la función de activación descrito en la Ecuación (3).

$$F(net) = \frac{1}{1 + e^{(-Net)}} \quad (3)$$

Para decidir cual estructura de la red resulto mejor durante el entrenamiento, validación y prueba, se estimó el coeficiente de correlación (R), para validar la estructura de las redes que mejor resultaron se evaluaron los estadísticos de ajuste además de coeficiente de correlación, la raíz de cuadrado medio del error (RMSE) y el sesgo (BIAS) entre los valores medidos en laboratorio y los estimados por la red neuronal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el entrenamiento de la red neuronal se evaluaron con una y dos capas ocultas variando de manera progresiva el número de neuronas por capa, y realizando la combinación de las variables de entrada de las dimensiones características de las hojas (largo y ancho) del cultivo. Y se encontró que la red más eficiente y con el valor más alto de coeficiente de correlación fue para cuando la estructura de la red se conformó por una capa oculta con 5 neuronas cuyo ajuste se muestra en la Figura 2 para el: entrenamiento, validación, prueba y resumen. Donde se evidencia que la variable de entrada que mejor ajusta los valores durante el pronóstico es el largo x ancho² (LxA²) ***, tomando en cuenta esta combinación como una variable de entrada. Los valores de coeficiente de correlación en esta investigación (Figura 2) resultaron ligeramente menores para el entrenamiento (R=0.98), la prueba (R=0.97) y resumen (R=0.98), encontrados por Küçükönder *et al.* (2016).



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

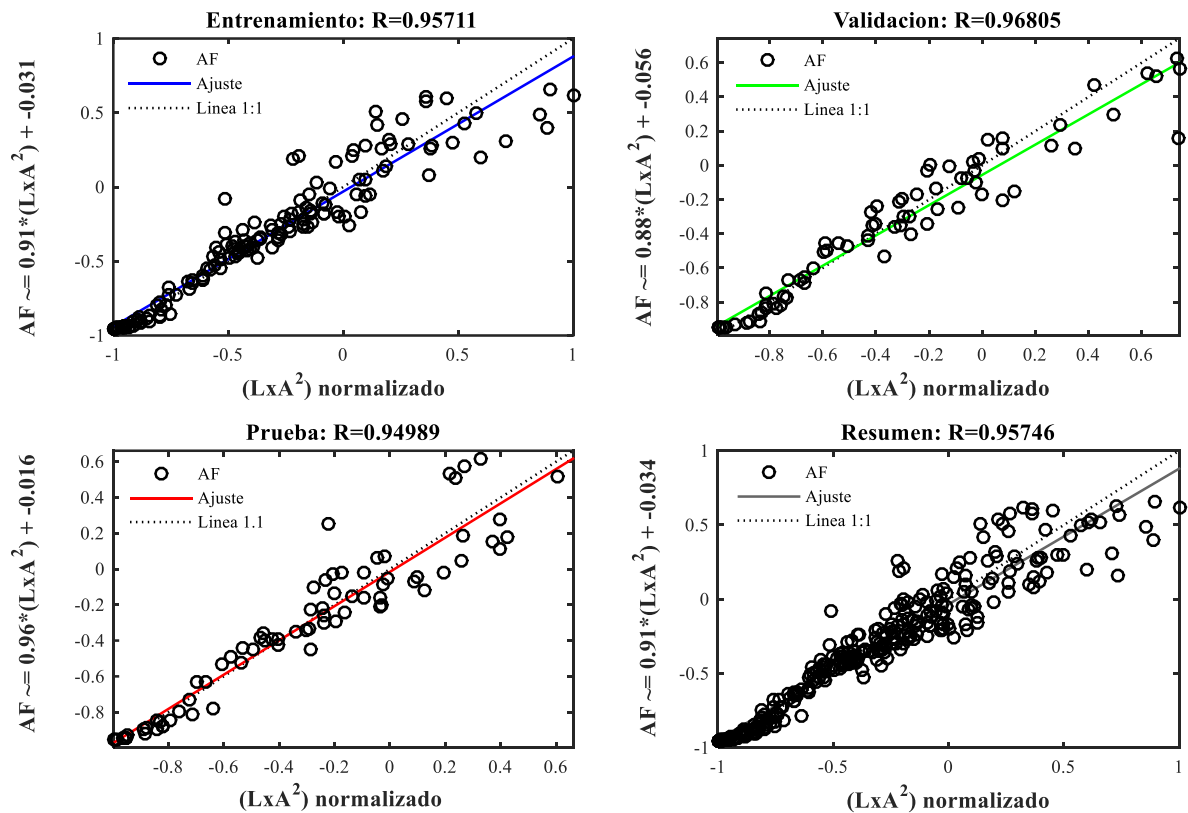


Figura 2. Entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal artificial para la predicción de área foliar del cultivo de jitomate para una estructura de red de una capa oculta con cinco neuronas {5}, $f(L * A^2)^{***}$.

A continuación, en el Cuadro 1, se presentan los resultados encontrados durante la validación de las diferentes estructuras de la red neuronal con diferentes neuronas, con una capa oculta modificando las combinaciones en la variable de entrada. En donde los mejores estadísticos de ajuste resultaron para cuando la red se configuro en función de las siguientes combinaciones de las variables de entradas; $f(L \times A^2)^{***}$ y {5} neuronas, seguido por $f(L \times A^2)^{***}$ {5} neuronas y finalmente por $f(L \times A)^* {7}$ neuronas ya que los valores de ajustes de RMSE fueron menores y el valor del coeficiente de correlación (R) fue mayor en el mismo orden descendente para cada estructura de la red encontrada. Las predicciones para el área foliar dadas por la mejor estructura de la red se encontraron que los valores fueron similares para el coeficiente de correlación y muy altas para los valores de RMSE (0.11) a los encontrados por Küçükönder et al. (2016) para una red de una capa oculta con 4 neuronas, en hojas de jitomate. Por otra parte, Ahmadian-Moghadam et al. (2012) encontró que con una red de una capa oculta con 2 neuronas fue la red que mejor predijo el área foliar en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.). en este caso no fue necesario probar la red con dos capas ocultas ya que esto se recomienda cuando la complejidad del problema a resolver lo amerita, aunque en este caso el problema es relativamente sencillo que involucra pocas variables de entradas y salidas. ya que se sabe que a medida que una red neuronal tiene más entradas o salidas o más de dos capas cultas y numero de neuronas la complejidad de la estructura de la red incrementa sin mejorar de manera sustancial el rendimiento de la red. Se han encontrado que, al utilizar las longitudes características de las hojas, mejora la predicción de la variable en cuestión en particular cuando se incluyen el largo y el ancho en combinación que utilizar cada dimensión característica por separado, estos resultados concuerdan con los encontrados



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021

Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL

25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

por Astegiano *et al.* (2001) y Küçükönder *et al.* (2016) quien aplicó modelos alométricos para estimar el área foliar en jitomate. Otros autores como: Shabani *et al.* (2017) reportan resultados sorprendentes al aplicar técnicas de inteligencia artificial para predecir el área foliar, en diferentes cultivos con diferentes formas de hojas, empleando las dimensiones características de cada especie. Öztürk *et al.* (2019) también encontró ajustes excelentes a utilizar un procedimiento similar para predecir el área foliar en 13 especies comerciales.

Cuadro 1. Estadísticas de ajuste de la validación del desempeño de la red neuronal para predicción del área foliar del cultivo de jitomate

Variables de entrada	1 capa oculta (neuronas)	Estadísticas de ajuste	
f(LxA) *	{7}	RMSE	80.263
		R	0.936
f(LxA ²) **	{5}	RMSE	56.890
		R	0.967
f(A, LxA ²) ***	{5}	RMSE	57.201
		R	0.968

CONCLUSIONES

Las redes neuronales artificiales (ANN) son una herramienta útil para estimar el área foliar de un cultivo con una precisión aceptable, ya que en la mayoría de los casos contar con aparatos como integradores de área foliar o medidores directos del índice de área foliar en campo no es posible por lo encarecido que pueden resultar y otra de las desventajas de estos aparatos es que se descalibran fácilmente, y en ocasiones utilizarlos conlleva a conocer varios parámetros que muchas veces se desconocen para un cultivo en particular. No obstante, es necesario probar la eficiencia de las redes ANN que resultaron mejor en este trabajo con información de otro ciclo de cultivo y con otras variedades de jitomate. En el caso donde se evaluaron las redes con dos capas ocultas y cambiando el número de neuronas, también se consiguieron buenos ajustes, sin embargo, para efecto de resolver un problema que carece de considerable complejidad ya que solo interesa estimar solo una variable de salida sujetos a un pequeño número de entradas, es justificable emplear las redes neuronales con una capa oculta.

LITERATURA CITADA

- Ahmadian-Moghadam, H. 2012. Prediction of pepper (*Capsicum annuum* L.) leaf area using group method of data handling-type neural networks. *International Journal of AgriScience*, 2(11): 993-999.
- Astegiano, E. D., Favaro, J. C., & Bouzo, C. A. 2001. Estimación del área foliar en distintos cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) utilizando medidas foliares lineales. *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales*, 16(2): 249-256.
- Campillo, C., Garcia, M. I., Daza, C., & Prieto, M. H. 2010. Study of a non-destructive method for estimating the leaf area index in vegetable crops using digital images. *Hortscience*, 45(10): 1459-1463.
- Colaizzi, P. D., Evett, S. R., Brauer, D. K., Howell, T. A., Tolk, J. A., & Copeland, K. S. 2017. Allometric method to estimate leaf area index for row crops. *Agronomy Journal*, 109(3): 883-894.
- Ghadami Firouzabadi, A., Raeini-Sarjaz, M., Shahnazari, A., & Zareabyaneh, H. 2015. Non-destructive estimation of sunflower leaf area and leaf area index under different water regime managements. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 61(10): 1357-1367.
- Hossain, S. A. A. M., Lixue, W., Taotao, C., & Zhenhua, L. 2017. Leaf area index assessment for tomato and cucumber growing period under different water treatments. *Plant, Soil and Environment*, 63(10): 461-467.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

- Küçükönder, H., Boyacı, S., & Akyüz, A. 2016. A modeling study with an artificial neural network: developing estimation models for the tomato plant leaf area. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40(2): 203-212.
- Mendoza-Pérez, C., Ramírez-Ayala, C., Ojeda-Bustamante, W., & Flores-Magdaleno, H. 2017. Estimation of leaf area index and yield of greenhouse-grown poblano pepper. *Ingeniería agrícola y biosistemas*, 9(1): 37-50.
- Öztürk, A., Cemek, B., Demirsoy, H., & Küçüktopcu, E. 2019. Modelling of the leaf area for various pear cultivars using neuro computing approaches. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 17(4).1-11.
- Shabani, A., Ghaffary, K. A., Sepaskhah, A. R., & Kamgar-Haghighi, A. A. 2017. Using the artificial neural network to estimate leaf area. *Scientia Horticulturae*, 216: 103-110.
- Zhang, J., Zhang, Q., & Whiting, M. D. 2015. Mapping interception of photosynthetically active radiation



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**PROCEDIMIENTO AGROCLIMÁTICO PARA DETERMINAR EL INICIO DEL PERIODO DE
SIEMBRA: CASO, MAÍZ (CICLO PRIMAVERA-VERANO) EN HUIMANGUILLO, TABASCO.**

**AGROCLIMATIC PROCEDURE TO ESTABLISH THE ONSET OF THE PLANTING SEASON: CASE,
MAIZE (SPRING-SUMMER CYCLE) IN HUIMANGUILLO, TABASCO.**

¹Aceves Navarro LA., Arrieta Rivera A., Calao León NS., ¹Francisco Santiago SP., ¹Valencia Peñaloza E., ¹Yzquierdo Álvarez ME.

¹Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, 86500 H. Cárdenas, Tabasco, México.

²Instituto Tecnológico Nacional de México/IT de la Zona Olmeca, Prolongación Ignacio Zaragoza S/N, Villa Ocuilzapotlán, Centro, Tabasco, México.

Autor para correspondencia: [laceves@colpos.mx](mailto:lanceves@colpos.mx)

RESUMEN

La determinación del periodo de siembra en cultivos anuales bajo condiciones de temporal, es determinante para la obtención de los mejores y mayores rendimientos. Esta determinación para una localidad o región, históricamente ha requerido de una amplia experimentación con varias fechas de siembra y durante varios años; debido a la variabilidad en la ocurrencia de las lluvias en el tiempo y en su cantidad. Este procedimiento requiere además de tiempo, enormes recursos financieros y de personal técnico calificado. Existe en la literatura científica, diversas propuestas agroclimáticas para determinar el inicio del periodo de lluvias y/o siembra en las zonas tropicales del mundo. En el presente trabajo se utiliza un método propuesto por la FAO y la Organización Meteorológica Mundial (WMO) que fue probado exitosamente en el África tropical y que solo requiere de datos de precipitación diaria. Los resultados muestran que por éste método es posible determinar una fecha confiable para el inicio del periodo de siembra del maíz que garantice sea exitoso 8 de cada 10 años. Que el inicio del periodo de siembra confiable resultante, ajusta muy bien dentro del periodo de siembra recomendado por el INIFAP para el cultivo de maíz. Además, este método permite asociar una probabilidad a cualquier otra fecha de siembra escogida. Así, se pudo determinar que las siembras tempranas recomendadas en la segunda quincena del mes de mayo, tienen poca probabilidad de ser exitosas. Finalmente, la determinación del inicio del periodo de lluvias y/o siembra, por este método se obtiene en menos de una semana y solo requiere de datos de precipitación de la localidad en cuestión.

Palabras clave: *Siembra confiable, periodo de lluvias, probabilidad.*



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

EVALUACION DE PARÁMETROS DE CRECIMIENTO EN PIÑA CABEZONA EN RESPUESTA A LA
FERTILIZACIÓN NPK

EVALUATION OF GROWTH PARAMETERS IN CABEZONA PINEAPPLE IN RESPONSE TO NPK
FERTILIZATION

¹Pérez Romero J, ¹Salgado Garcia S, ²Córdova Sánchez S, ¹Carmen Lagunes Espinoza L.C.,
¹Ortiz García, C.F.

¹Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco, Producción Agroalimentaria Tropical. Km. 3.5 Periférico Carlos A. Molina S/N. H. Cárdenas, Tabasco. CP 86500. México. ²Universidad Popular de la Chontalpa. Cuerpo Académico de Química Verde y Desarrollo Sostenible (CA-QVyDS). Carretera Cárdenas - Huimanguillo, Km. 2.0 Cárdenas, Tabasco, México. CP. 86500: salgados@colpos.mx

RESUMEN: La piña ha tenido gran aceptación alrededor del mundo y es la tercera fruta más importante después de la banana y los cítricos (Bartholmew *et al.*, 2015). EL objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización con NPK sobre la acumulación de biomasa, NDVI, IAF y rendimiento en piña (*Ananas comosus (L.) Merr.*) "Cabezona". El diseño experimental fue en Bloques completos al azar con cuatro repeticiones, 14 tratamientos y un testigo. Los tratamientos se generaron con la matriz Plan puebla I, usando niveles de N de 120, 160, 200 y 240 kg ha⁻¹, de P: 70, 110, 150 y 190 kg ha⁻¹, y de K: 150, 200, 250 y 300 kg ha⁻¹. Los tratamientos fueron fraccionados en cuatro aplicaciones, a los dos, cinco, ocho y trece meses, el P se aplicó en una sola exhibición al inicio del cultivo. al finalizar el ciclo de cultivo todos los tratamientos acumularon mayor biomasa que el testigo, pero no se registró diferencia estadística entre tratamientos de fertilización. El NDVI no mostró relación con la biomasa, IAF, o rendimiento durante el ciclo del cultivo. El índice de área foliar (IAF) no mostró diferencia estadística entre tratamientos y testigo. En rendimiento, los tratamientos cinco y ocho (>55 t ha⁻¹) mostraron diferencia altamente significativa. Se concluyó que la piña cabezona acumula en promedio 0.80±0.13 g día⁻¹ de biomasa seca, bajo las condiciones ambientales de sabana. No mostró relación entre NDVI y acumulación de biomasa. El IAF aumentó drásticamente después del tratamiento de inducción floral. Se sugiere la dosis de fertilización N 200-P 110-K 250.

Palabras clave: *Piña Cabezona, fertilización NPK, parámetros de crecimiento.*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

“ADAPTABILIDAD DE VARIETADES DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp*)”

“ADAPTABILITY OF SUGARCANE VARIETIES (*Saccharum spp*)”

Valdez-Balero, A.¹; Izquierdo-Reyes, F²; Gamas-Jiménez, J,³ y Torres-Espitia, I.³.

¹Profesor Investigador del Campus Tabasco. Periférico Carlos A. Molina S/N Carretera Cárdenas-Huimanguillo Km. 3.5. H. Cárdenas, Tabasco.

²Investigador del Campus Tabasco. Periférico Carlos A. Molina S/N Carretera Cárdenas-Huimanguillo Km. 3.5. H. Cárdenas, Tabasco.

³Técnico de la Unión Local de Productores de Caña de Azúcar del ingenio Pdte. Benito Juárez, A. C. andador Carlos Pellicer Cámara No. 21, colonia obrera del ingenio presidente Benito Juárez, poblado C-27, Cárdenas, Tabasco.

Autor para correspondencia: apoloniouvb@colpos.mx

RESUMEN

Recomendar variedades de caña de azúcar al cultivo comercial, es una necesidad para el campo cañero. Para ello, las variedades deberán ser evaluadas, seleccionadas y multiplicadas en fases sucesivas, en un inicio con híbridos y en subsecuentes fases la evaluación se realizará en clones. Para ello se evaluaron 14 variedades de caña de azúcar en ciclo plantilla, el diseño experimental consto de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se evaluaron características agrícolas: altura, peso, diámetro de tallos, así como, rendimiento de campo, También, se tomaron en consideración características industriales en la evaluación: como, contenido de sacarosa, pureza de jugo, producción de azúcar teórica y fibra. En los resultados obtenidos, al menos seis variedades de caña de azúcar mostraron altos rendimientos de campo y fábrica con respecto a las variedades testigo, COLPOSCTMEX 09-1433, LTMEX 94-02, MEX 95-59, EMEX 91-117, MEX 95-03 y MOTZMEX 00-1192. Al respecto en altura de tallo, la variedad que sobresalió fue la COLPOSCTMEX 09-1433, la variedad que mostro mayor peso de tallo fue la variedad LTMEX 94-02, la variedad que presentó mayor diámetro de tallo fue EMEX 96-35 y lo que se refiere al rendimiento de campo sobresalió la variedad COLPOSCTMEX 09-1433. Entre las características de fábrica evaluadas en sacarosa sobresalió la variedad MEX 96-10 con mayor concentración, en lo que se refiere a azúcar teórica la variedad que presentó mayor producción fue la variedad COLPOSCTMEX 09-1433.

Palabras clave: *Evaluación, selección, rendimiento, sacarosa*



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

PLAGUICIDAS PARA EL CONTROL DE MOSCA BLANCA (*Trialeurodes vaporariorum*
(Westwood, 1856) EN JITOMATE EN INVERNADERO

PESTICIDES FOR THE CONTROL OF WHITE FLY ((*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood, 1856)
IN TOMATO IN GREENHOUSE

¹Cabrera Mireles H, ² Murillo Cuevas FD, ¹Reyes Loyola C, ¹Vásquez Hernández A, ²Adame
García J, ¹Jimenez Jimenez M., y ¹Andrés García A.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias CE Cotaxtla. Km. 34.5
Carretera libre Veracruz-Córdoba. CP 94270. Medellín de Bravo, Veracruz. México.

²Tecnológico Nacional de México/IT de Úrsulo Galván. Avenida El Paraíso S/N, Campestre, 91667
Úrsulo Galván, Ver.

*Autor por correspondencia: cabo.cabrera50@gmail.com

RESUMEN

El jitomate, es la hortaliza de mayor producción en México, ya que se cultiva para atender la demanda nacional y la de exportación. La producción de jitomate en invernadero es muy eficiente para los productores debido a incrementos en el rendimiento y adaptación a diferentes esquemas de producción. Sin embargo, a pesar de las condiciones protegidas de los invernaderos, las hortalizas, como el jitomate, se ven afectadas por insectos plagas, dentro de los que destaca la mosca blanca. Por lo anterior el objetivo del trabajo fue evaluar la eficiencia de un plaguicida sintético y dos biológico en el control de la mosca blanca en el cultivo de jitomate en condiciones de invernadero y su interacción con tres bioestimulantes. Se utilizó el cultivo de jitomate variedad Toro F1, el cual se estableció en un invernadero en los terrenos productivos del Campo Experimental Cotaxtla del Inifap. Se utilizó un diseño factorial en bloques completos al azar, con interacción. Los factores fueron: 1. Plaguicidas con cuatro niveles: I) Movento®, II) *Isaria javanica* 307, III) *Beauveria bassiana* y IV) Blanco. 2. Bioestimulantes con cuatro niveles: I) *Trichoderma harzianum* T22® 0.5% + *Rhizophagus intraradices*®, II) Genifix®, III) Mix® y IV) Blanco., y 3. Días después de la aplicación con cuatro niveles: 3, 5, 7 y 14 días. La eficiencia de los plaguicidas en el control de mosca blanca *T. vaporariorum* en jitomate en invernadero fue similar estadísticamente. Los promedios más altos de eficiencia se registraron para el insecticida Movento® en el control de huevo; *B. bassiana* en adulto; e *I. javanica* 307 en adulto y total de estadíos. La mayor eficiencia de los plaguicidas fue a los 7 y 14 días después de la aplicación. Los bioestimulantes no contribuyeron a la eficiencia del control de la mosca blanca *T. vaporariorum*.

Palabras claves: Hortalizas, *I. javanica*, Movento, *B. bassiana*, invernadero



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Acuacultura



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

CRECIMIENTO, SUPERVIVENCIA Y RENDIMIENTO DE CANAL EN UN BICULTIVO DEL
DORMILÓN GORDO DEL PACÍFICO (*Dormitator latifrons*) Y LA TILAPIA NILÓTICA
(*Oreochromis niloticus*).

GROWTH, SURVIVAL AND CARCASS YIELD IN A BICULTURE WITH PACIFIC FAT SLEEPER
(*Dormitator latifrons*) AND NILE TILAPIA NILÓTICA (*Oreochromis niloticus*).

¹Palma-Cancino DJ*, ¹Vega-Villasante F, ²Basto-Rosales MER, ³Martínez-García R, ³Álvarez-González CA, ¹Chong Carrillo O.

¹Universidad de Guadalajara (UDG), Centro Universitario de la Costa (CUC), Laboratorio de Calidad de Agua y Acuicultura (LACUIC), Puerto Vallarta, Jalisco, México

²Tecnológico Nacional de México. La Cruz de Huanacaxtle, Bahía de Banderas, Nayarit, México.

³Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), División Académica de Ciencias Biológicas, Laboratorio de Acuicultura Tropical, Villahermosa, Tabasco, México.

*Autor para correspondencia: plusdpc@gmail.com

RESUMEN

Entre las estrategias utilizadas para desarrollar la acuicultura de peces nativos a nivel mundial, implementar sistemas de policultivo con peces de alto valor comercial ha producido buenos resultados. El objetivo de este estudio consistió en presentar los primeros resultados en rendimiento de canal en un sistema de producción de bicultivo del pez nativo dormilón gordo del Pacífico (*Dormitator latifrons*) con la tilapia (*Oreochromis niloticus*). Para evaluar el sistema de producción, se sembraron 250 organismos de cada especie en tanques de concreto con una capacidad de 50 m³, los peces fueron alimentados durante 90 días, hasta obtener valores comerciales. Se midieron las variables biológicas (crecimiento, supervivencia, conversión alimenticia, eficiencia proteica) y se evisceraron algunos peces para obtener el rendimiento de canal promedio por especie. Los resultados biológicos sugieren una buena interacción entre las especies, con ganancias en peso superiores a 900%, supervivencia cercana al 100% y buenos rendimientos de canal. Los buenos resultados del rendimiento de canal sugieren que no hay una competencia importante por el alimento, que limite significativamente el crecimiento de alguna de las dos especies. Incluir al *D. latifrons* en sistemas de bicultivo con tilapia, puede incentivar la producción de este organismo en zonas rurales de la costa del Pacífico Mexicano.

Palabras clave: *Pez nativo, policultivo, rendimiento de canal, viabilidad, acuicultura sustentable.*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Agroecología



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**POR LA ADAPTACIÓN DE NUESTRAS COMUNIDADES A LOS EVENTOS CLIMÁTICOS
EXTREMOS: AGRICULTURA FAMILIAR EN EL PAISAJE RURAL DE EL GRULLO-AUTLÁN**

**FOR THE ADAPTATION OF OUR COMMUNITIES TO EXTREME CLIMATE EVENTS: FAMILY
FARMING IN THE RURAL LANDSCAPE OF EL GRULLO-AUTLÁN**

**¹*Rodríguez Robles U, ¹Rosales Adame JJ, ¹Cevallos Espinosa J, ²Sánchez Chino X, ³Aragón
Gastelum JL**

¹Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara (CUCSur – UDG) de Autlán de Navarro, Jalisco, México

²Cátedra CONACyT, Departamento de Salud, El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) Periférico Sur s/n, María Auxiliadora, 29290 San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

³Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Campeche. Avenida Ing. Humberto Lanz Cárdenas y Fraccionamiento Ecológico Ambiental Siglo XXIII. Colonia. Ex Hacienda Kalá, San Francisco de Campeche, Campeche, 24085, México.

Autor de correspondencia: ulises.rodriguez@academicos.udg.mx

RESUMEN

Hoy en día, la agricultura se halla en una encrucijada. Se enfrenta a una presión cada vez mayor por proporcionar alimentos suficientes, asequibles y nutritivos a una población en crecimiento, así como por lidiar con el cambio climático y la degradación de los recursos naturales, en particular la escasez de agua, el agotamiento del suelo y la pérdida de biodiversidad. Los agricultores familiares han demostrado su capacidad de diseñar nuevas estrategias y dar respuestas innovadoras a los retos emergentes. No solo producen alimentos, cumplen simultáneamente funciones medioambientales, socioculturales y son guardianes de la biodiversidad al preservar el paisaje y conservar el patrimonio comunitario y cultural. El paisaje rural de El Grullo – Autlán basa su economía principalmente en el sector agropecuario. Lo variado del relieve territorial le permite contar con variados pisos térmicos para desarrollar múltiples actividades. Es importante destacar que esta región presenta un régimen de lluvias bimodal. Esta situación es considerada como una condicionante para el desarrollo agropecuario de la región, ya que la mayoría de los agricultores del territorio dependen de sus conocimientos locales sobre el clima, la temperatura y los patrones de lluvia para tomar decisiones respecto al uso de la tierra, selección de cultivos, fechas de siembra. De este modo, cualquier modificación de las condiciones climáticas terminará afectando la producción y el rendimiento de sus cosechas, por ende, afectará sus medios de vida y la seguridad alimentaria estará en riesgo. Debido a la potencialidad que estas percepciones y conocimientos ofrecen para el robustecimiento de las investigaciones experimental y sobre la variabilidad climática, es necesario ahondar en los conocimientos y saberes tradicionales comunitarios para el entendimiento integral de la agricultura familiar. Es urgente saber cómo los agricultores familiares comprenden el cambio climático y lo que ellos mismos están haciendo para adaptarse.

Palabras clave: *Cambio-Climático, Milpa, Paisaje-rural, Practicas-comunitarios, Saberes*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**FACTORES POTENCIALES DE RESILIENCIA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN CACAOTALES
DE MÉXICO**

POTENTIAL FACTORS OF CLIMATE CHANGE RESILIENCE IN MEXICAN CACAO SYSTEMS

¹Fisher-Ortíz, R. A., ¹Aldasoro-Maya, E.A, ²Rodríguez-Robles, U.

¹El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal. Periférico Sur s/n, María Auxiliadora, 29290 San Cristóbal de las Casas, Chiapas. ²Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. Avenida Independencia Nacional 151, Centro, 48900 Autlán de Navarro, Jalisco
Autor de correspondencia: ulises.rodriguez@academicos.udg.mx

RESUMEN

El enfoque de sistemas socioecológicos nos permite entender la relación dinámica del clima y ser humano; el concepto de resiliencia que incluye es una herramienta para comprender como un sistema puede reaccionar y continuar ante una perturbación, como lo es el cambio climático. Este último impactará de gran forma sistemas de gran importancia social y ecológica para el trópico mexicano, siendo uno de estos el cacaotal, el cual podrá tener mayor vulnerabilidad a plagas. Mediante el siguiente trabajo se explora la potencial resiliencia de los cacaotales de México ante el cambio climático. Para ello se realizó un estado del arte sobre el sistema socioecológico cacaotal en México, enfocándonos en cinco factores potenciales de resiliencia ante el cambio climático: saberes, agrobiodiversidad y autorregulación autoorganización y capital. Encontramos que los cacaotales presentan fortalezas en los primeros tres, y debilidades en los últimos dos. Se propone por lo tanto el fortalecimiento de estos últimos mediante la generación de un sistema agroalimentario más justo y vínculos entre actores para generar un diálogo de saberes que permita planificar acciones ante el cambio climático.

Palabras Clave: *Cacao, perturbación, sistemas agroforestales, sistemas socioecológicos, Theobroma cacao L.*

INTRODUCCIÓN

El ser humano mantiene con el clima una relación dinámica e históricamente construida que le ha permitido adaptarse a la variabilidad climática mediante la construcción de una serie de bioindicadores y sistemas resilientes ligados a su cosmovisión (Ulloa, 2014; Altieri *et al.*, 2015). Sin embargo, a partir de la revolución industrial la humanidad ha generado cambios en los procesos de la atmósfera cuyos efectos son aún impredecibles (Arellano Hernández, 2014). Ante éstos y otros cambios los actores usan una serie de saberes (sistema de conocimientos-prácticas-creencias) que les han permitido históricamente aprender, reaccionar y adaptarse a éste y otros cambios (Berkes *et al.*, 2000; Aldasoro Maya, 2012). A partir de ellos los actores de los sistemas agroalimentarios pueden generar cambios autónomos en sus sistemas de saberes, formas de organización, fortalecimiento o creación de sistemas de apoyo ante emergencias o el rediseño de sus sistemas productivos (Nelson *et al.*, 2009; Infante Ramírez y Arce Ibarra, 2019).

Para entender los fenómenos dónde el ser humano y hombre interactúan y están en constante cambio surge el enfoque de sistemas socioecológicos complejos (SSC). En especial, el concepto de resiliencia nos permite entender como los sistemas cuentan con múltiples formas para absorber, adaptarse, repeler, recuperarse, aprender de y/o reorganizarse ante una perturbación, manteniendo sus componentes, estructura y procesos centrales (Salas Zapata *et al.*, 2012; Castillo Villanueva y Velázquez Torres, 2015; Folke *et al.*, 2016). Existen al menos cinco factores que potencialmente podrían influir de forma positiva sobre la resiliencia de los SSC: 1) Saberes que permitan entender la dinámica de los ecosistemas y responder ante ella; 2) Agrobiodiversidad que permita mantener los procesos del ecosistema y redundancia de roles para poder regenerarse tras una perturbación; 3) Capital que genere



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

ingresos que permitan continuar en la actividad, generar ahorros que permitan soportar impactos, diversificar ingresos y que sea una actividad atractiva para la juventud; 4) Autoorganización de los diversos actores ante eventos que impacten y relaciones basadas en la confianza y equidad; 5) Autorregulación socioecológica que permita al sistema reproducirse sin acabar con su base ecológica o social (Berkes *et al.*, 2000; Cabel y Oelofse, 2012; Salas Zapata *et al.*, 2012; Castillo Villanueva y Velázquez Torres, 2015; Hosen *et al.*, 2020; Mukhovi *et al.*, 2020).

El cacaotal es un sistema a pequeña escala, en el cual el cacao es cultivado acompañado de varias especies con diversos usos que ayudan al bienestar y economía del hogar campesino. Las labores son en su mayoría manuales y ocupa poca inversión e insumos externos, ya que la caída de la hojarasca permite el reciclaje de nutrientes (Córdova Ávalos *et al.*, 2001; Chávez García, 2012; Zequeira Larios y Ogata, 2018). El cambio climático es un gran reto para el cacaotal, ya que la productividad de cacao, sus plagas y enfermedades son altamente dependientes de las variables climáticas (IICA, 2017). Mediante el siguiente trabajo exploraremos desde el enfoque de sistemas socioecológicos complejos ¿Cuál es la resiliencia de los cacaotales en México ante el cambio climático? Esto con el objetivo de entender los procesos claves del cacaotal que permiten, o no, su resiliencia, y cómo podemos fortalecerla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para conocer el funcionamiento y potencial resiliencia de los cacaotales en México ante el cambio climático se realizó un estado del arte, con el fin sistematizar y analizar críticamente la literatura sobre el tópico, su actualidad y proponer nuevas líneas de investigación. Para ello se siguió la metodología propuesta por Gómez Vargas *et al.*, (2015), la cual consiste en cuatro fases: 1) Planeación: Se establece el tema de investigación y se realiza un rastreo documental; 2) Diseño y gestión: Se establece la muestra, las categorías de análisis, una matriz analítica y se realiza una lectura lineal; 3) Análisis, elaboración y formalización: Mediante la matriz analítica se selecciona una categoría y se analizan las frases en la matriz analítica y 4) Elaboración del informe final.

Para la primera fase se realizó una revisión bibliográfica amplia sobre el cacaotal en México en bases de datos y editoriales científicas nacionales, e internacionales, reservorios de tesis de universidades y centros de investigación, memorias de congresos y en archivos de instituciones de gobierno relacionadas a la producción de cacao (Cuadro 1).

Cuadro 1.- Bases de datos consultadas en la revisión.

Tipo de base	Bases
Editoriales internacionales	Google scholar, Redalyc, BioONE, Sciencedirect, Willey One library, Springerlink, Jstor, Taylor & Francis, MDPI
Revistas nacionales	Agrociencia, Agroproductividad, Revista Mexicana de Ciencias agrícolas, Ecosistemas y recursos agropecuarios, Tropical and subtropical agroecosystems, Universidad y ciencia, Bosques y madera, Revista chapingo serie forestales
Resevorio de tesis	UNAM, IPN, ITN, ECOSur, UACH, UJAT, UNACH y UNICACH
Instituciones de gobierno	INIFAP, SAGARPA y gobiernos y dependencias nacionales y estatales

Las palabra clave de búsqueda fueron cacaotal en combinación con palabras de diversas formas de manejo del cacaotal (intensivo, convencional, agroforestal, bajo sombra, agroecológico y orgánico) o los factores potenciales de resiliencia (agrobiodiversidad, autoorganización/organización social, autorregulación socioecológica/bienes/servicios, capital/economía y saberes/conocimiento ecológico tradicional) y el área geográfica (México, Chiapas, Tabasco, Oaxaca, Guerrero, Veracruz, Soconusco, Chontalpa, etc.), en inglés y en español. Se encontraron un total de 275 trabajos. Como tercera fase la



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

información fue dividida en los ocho códigos principales: características principales, historia del sistema, implicaciones para el cambio climático y los cinco factores potenciales de resiliencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características principales

Hay una gran heterogeneidad en los cacaotales y sus productores. De forma general los productores suelen tener una baja escolaridad, edad avanzada y usualmente ser hombres, aunque las mujeres a veces son dueñas de tierras y se involucran en el procesamiento del cacao (Díaz José *et al.*, 2014; Hernández Gómez *et al.*, 2015a). Las plantaciones suelen ser de tamaño pequeño y su manejo suele ser diversificado ya que se incorporan a varias especies con diversas funciones además de dar sombra, como el proporcionar maderas, leña, fruta, plantas medicinales o fijar nitrógeno (Roa Romero *et al.*, 2009).

Historia

Aunque no se tiene tan claro si el cacao fue traído o domesticado en México (Ogata, 2003), cualquiera sea su caso su consumo en Chiapas y Tabasco tiene más de tres milenios y medio (Powis *et al.*, 2008; Powis *et al.*, 2011). Su domesticación implicó la domesticación de una especie y también la de las selvas donde crecía, dando origen al sistema que actualmente continúa y se le conoce como cacaotal (Ogata, 2003). Su consumo estaba destinado sólo a la nobleza, e incluso era usado como moneda y tenía un fuerte vínculo simbólico con la riqueza material (Attolini León, 2011). Su importancia fue tal que se crearon extensas rutas de comercio desde Honduras a los Valles del centro de México (Bergmann, 1969) y de las culturas del Occidente de México hacia las de Estados Unidos (Mathiowetz, 2019). Con la llegada de los españoles se rompió su valor como algo reservado para la nobleza, y su consumo se popularizó en todas las clases sociales de la Nueva España, razón por lo cual se empezó a importar de Sudamérica, generando una nueva elite económica que controlaba la cadena del cacao desde la ciudad de México (del Valle Pavón, 2011). Posteriormente su consumo llegó a ser del agrado de la sociedad europea, con lo que se detonó un proceso de hibridación lingüística-culinaria, dando origen a palabras como cacaotal, chocolate y cacaotero, y recetas como los chocolates mezclados con leche, azúcar y almendras (Attolini León, 2011; Zanetti, 2012). Con las posteriores independencias de las colonias las plantaciones de cacao europeas son implantadas en África para satisfacer la demanda mundial (Zequeira Larios y Ogata, 2018).

Durante el siglo pasado se dan varios procesos de expansión y comprensión del cacaotal. Los procesos que favorecieron su expansión fueron la llegada de finqueros de otros países (Aguilar-González 2018) o planes de desarrollo como el plan Chontalpa (Córdova Ávalos *et al.*, 2001). Por otra parte, el que generó su disminución fue la petrolización del estado de Tabasco (Martínez González, 2012). Para el 2005 llega la moniliasis a México, la cual reemplazó a la mancha negra como la plaga principal del cacao lo cual llevó al abandono o reemplazo del cacaotal por otros cultivos (Hernández Gómez *et al.*, 2015b). Esto coincide con un sobreprecio mundial del cacao orgánico, por lo cual los gobiernos estatales de Chiapas y Tabasco, el INIFAP, SAGARPA, centro de investigación internacionales y empresas transnacionales inician diversos programas para generar la renovación de los cacaotales con transferencia de tecnología, y plantas criollas y mejoradas de alto rendimiento y resistencia a la moniliasis (Mendoza López *et al.*, 2011). A pesar de estos grandes esfuerzos, las plantaciones de cacao en la actualidad presentan grandes problemáticas como la baja productividad, la venta del cacao en bajos estados de procesamiento, el poco manejo agronómico y difícil acceso a asesorías (Hernández Gómez *et al.*, 2015b; Zequeira Larios y Ogata, 2018).

Cambio climático

Los escenarios de cambio climático marcan que para el 2080 las condiciones climatológicas óptimas para la producción de cacao serán menores en México, con un pequeño aumento en las zonas óptimas en el Sur Pacífico de México (Ortega Andrade *et al.*, 2017). En específico para Tabasco se predice una disminución no significativa en la precipitación (-100 mm al año), pero con un aumento de un mes en el



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

periodo de sequías y en la evapotranspiración. Lo cual podría generar decoloración y caída temprana de hojas, inhibición de la floración, producción de frutos más pequeños, madurez temprana del fruto, que afectaría la productividad de cacao (Pérez Sosa y Granados Ramírez, 2020). En la actualidad en Tabasco se ha percibido un aumento en las inundaciones, su intensidad y en las afectaciones que generan, al igual que en las sequías, generando retrasos en la floración e inclusive condiciones que favorecen las plagas y enfermedades (Mendéz Sánchez *et al.*, 2019; Martínez Salvador y Martínez Salvador, 2020).

El cacao es una planta sumamente sensible al clima, de la temperatura dependen su crecimiento, floración y éxito en la fructificación, y ocupa un rango muy específico de humedad (humedad aprovechable del 50 al 70%), que debe mantenerse durante todo el año sin sequías graves ni inundaciones (Avedaño Arrazate *et al.*, 2011; Barrón García *et al.*, 2018). No sólo eso, si no que el ataque de la moniliasis, su principal plaga, depende de la temperatura, humedad y fructificación (Avedaño Arrazate *et al.*, 2011; Torres de la Cruz *et al.*, 2020). Las poblaciones de otras plagas que no son actualmente importantes también son dependientes de la variabilidad climático o la fenología del cacao, con lo cual podrían convertirse en plagas importantes, tal es el caso de los escolítidos (Coleoptera: Scolytidae) (Pérez De La Cruz *et al.*, 2009) o del salivazo (*Clastoptera laenata* Fowler) (Gerónimo López *et al.*, 2013).

Saberes

La biodiversidad en el sistema es generada y mantenida por el valor que el productor le da (Roa Romero *et al.*, 2009). Para la selección de especies el productor usa un gran bagaje de conocimientos sobre la fisiología y anatomía de las plantas que crecen de manera espontánea por dispersión natural y de cultivadas-trasladadas en el huerto de traspatio (Chávez García, 2012). El productor distingue a las especies de acuerdo a si son especies frescas, de fácil poda y sombra buena para el cacao, y si son cálidas, son las primeras en eliminar al generar un exceso de sombra (Córdova Ávalos *et al.*, 2001; López Cruz *et al.*, 2021). La sombra se puede dirigir hacia ciertos productos con buen mercado regional (Roa Romero *et al.*, 2009). Para el mantenimiento del buen estado fitosanitario el productor se basa en su mayoría en labores culturales (Córdova Ávalos *et al.*, 2001; López Cruz *et al.*, 2021). También existen saberes que permiten afrontar problemáticas actuales, tal es el caso de la cosecha temprana y el uso de una cuchara rudimentaria ante el robo de cosechas (Córdova Ávalos *et al.*, 2001) o la transformación de cacao en chocolates artesanales para obtener un sobreprecio (Mila Sánchez *et al.*, 2016).

Agrobiodiversidad

Tradicionalmente se han dividido a los cacaos en tres variedades: criollos (*Theobroma cacao* L. subespecie *cacao*), forasteros (*Theobroma cacao* L. subespecie *sphaerocarpum*) y trinitarios (híbrido de las dos anteriores) (Ogata, 2003). Los más cultivados en el mundo son la variedad forastera y trinitaria, debido a su mayor resistencia a plagas y productividad (Mendoza López *et al.*, 2011; IICA, 2017). Sin embargo, la variedad criolla es la que mayor valor tiene al tener mejores y únicas cualidades organolépticas (IICA, 2017). Su poca oferta y alta calidad lo ha sobrevaluado en un 20% sobre el precio regular (Mendoza López *et al.*, 2011). Existen variedades mejoradas por el INIFAP, generadas en búsqueda de una mejor productividad y resistencia a la moniliasis (Avedaño Arrazate y Cueto Moreno, 2018).

A diferencia de otros lugares del mundo la sombra del cacao en México es muy diversa (Salvador Morales *et al.*, 2020). La diversidad, estructura y áreas basales son similares a la de las selvas, aunque sus especies son una mezcla de especies domésticas, de selvas altas y sucesión secundaria (Estrada *et al.*, 1994; Salgado Mora, 2007; Roa Romero *et al.*, 2009; Zárate *et al.*, 2014). Esto le permite conservar una gran diversidad de fauna al poder proporcionar refugio y alimento necesarios para su supervivencia (Estrada *et al.*, 1994; Oporto *et al.*, 2015; Santos Heredia *et al.*, 2018). De la flora y fauna se reciben una gran cantidad de servicios, como son la dispersión de semillas, conservación de la



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

fertilidad y productividad del suelo y el control biológico de plagas (Pérez de la Cruz y Cruz-Pérez 2005; Salgado Mora, 2007; Zárata *et al.*, 2014).

Autorregulación socioecológica

La clave para entender la reproducción social y ecológica del cacaotal parece ser la biodiversidad. Además de los importantes beneficios al sistema anteriormente mencionados, la biodiversidad permite el diversificar la dieta sin generar mayores gastos (Chávez García, 2012; Bautista-Mora *et al.*, 2016). Sin embargo, hay varios fenómenos que empobrecen estos procesos como es la edad avanzada de los productores y plantaciones que causa una menor productividad y capacidad para mantener las plantaciones y las enfermedades fúngicas que merman su producción (Córdova Ávalos *et al.*, 2001; Hernández Gómez *et al.*, 2015a).

Capital

Si sólo se tomará en cuenta la producción y venta del cacao, el cacaotal operaría con pérdidas, ya que la producción mínima necesaria para ser rentable es de 770 kg/ha-1, mucho mayor al promedio nacional (Espinosa García *et al.*, 2015). Esto es en gran medida debido a que de las grandes ganancias que produce la venta de chocolates, el producto de cacao sólo se queda con el 10% del valor final (IICA, 2017; Zequeira Larios y Ogata, 2018), y a que se prefiere la venta rápida a los intermediarios o cooperativas en etapas bajas de procesamiento (Córdova Avalos *et al.*, 2008; Hernández-Gómez *et al.*, 2015a). Sin embargo, el cacaotal ofrece otros bienes de la biodiversidad que acompaña al cacao, y a su vez el cacaotal se complementa con otras actividades agropecuarias y con el trabajo asalariado en la ciudad y el comercio (Roa Romero *et al.*, 2009; Chávez García, 2012; Hernández Gómez *et al.*, 2015a; López Cruz *et al.*, 2021). Hay especies que llegan a tener un gran valor económico e incluso llegan a superar al cacao, tal es el caso del mango (*Mangifera indica* L.), el zapote mamey (*Manilkara zapota* (L.) P. Royen) o la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merr) (Roa Romero *et al.*, 2009; Sol Sánchez *et al.*, 2018). En cuanto al capital humano, la edad avanzada de los productores limita su capacidad física de trabajo y genera gastos extras al tener que contratar mano de obra (Díaz José *et al.*, 2014; Ortiz García, 2017). Los jóvenes prefieren no incorporarse a la actividad, debido a que tienen otras expectativas de vida y a que no encuentran posibilidades para conseguir tierra, capital para invertir y trabajos asalariados (Priego Castillo *et al.*, 2009; Chávez García, 2012; López Cruz *et al.*, 2021).

Autoorganización

El trabajo en la plantación se basa en la mano de obra familiar, siendo la clave para la permanencia de la actividad cacaotera (Priego Castillo *et al.*, 2009; IICA, 2017). Los ejidos y campesinos no suelen organizarse para el acopio, procesamiento o venta del cacao, a pesar de si hacerlo para otras actividades (Salgado Mora, 2007; López Cruz *et al.*, 2021). Las asociaciones formales ayudan a fijar precios locales, recibir apoyos y capacitaciones, pero son muy heterogéneas, y el éxito de ellas se basa en su buena gestión económica-administrativa y en los liderazgos e infraestructura con la que cuentan (Córdova-Avalos *et al.*, 2008; Hernández-Gómez *et al.*, 2015a). En cuanto a los intermediarios se les suele vender en etapas tempranas del procesamiento del cacao (verde o baba), y es bien aceptado por el campesino ya que permite su rápida venta y hasta antes de la cosecha (Córdova Avalos *et al.*, 2008; Hernández Gómez *et al.*, 2015a).

La relación con la agroindustria es diferente a nivel local y a nivel internacional. Las empresas transnacionales son las mayores beneficiarias del cacao, aunque no lo siembran, y además exigen estándares de calidad, cantidad y constancia que son difíciles de cumplir para el pequeño productor (Mendoza López *et al.*, 2011; IICA, 2017). Caso contrario de la pequeña agroindustria local, la cual tiene un fuerte vínculo cultural con la actividad, es una fuente de empleos locales y se ha unido para promocionar la iniciativa mediante actividades como la ruta del cacao o los festivales del cacao (Martínez González, 2012). Con el gobierno la relación es bipolar. La asistencia técnica, el intercambio de experiencias y la asesoría por expertos se ha relacionado positivamente con el mantenimiento de las



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

condiciones adecuadas en el cacaotal (Hes *et al.*, 2017). Aunque se ha visto que hace más falta en el manejo de las enfermedades públicas (Salgado Mora, 2007) y hay lugares donde no existe ninguna clase de apoyo para la producción de cacao (López Cruz *et al.*, 2021). El fomento de otras actividades como la petrolera ha llevado a el abandono o remplazo debido al acaparamiento de subsidios, manos de obra y contaminación que genera (Martínez González, 2012).

Innovación

Las innovaciones que se han propuesto o están en marcha surgen como respuesta a diversas problemáticas que enfrente el cacaotal. Están van en torno a 5 ejes temáticos:

a) **Revitalización de las plantaciones:** Para la recuperación de los cacaotales se han generado una serie de estrategias dirigidas a recuperar o incrementar su productividad y el disminuir las enfermedades fúngicas. Entre ellas tenemos el manejo integral de la moniliasis (Ortíz García, 2017), el mejoramiento genético de plantas (Avedaño Arrazate y Cueto Moreno, 2018) y la generación de buenas prácticas de manejo (Mendoza López *et al.*, 2011; Díaz José *et al.*, 2014).

b) **Ingresos económicos:** Para mejorar los ingresos económicos por la producción de cacao se ha propuesto el incursionar en mercados especializados en el comercio justo, ético o de chocolates finos o saludables (IICA, 2017; Blare *et al.*, 2020). Un ejemplo que ha dado buenos resultados es la venta directa de chocolates por parte de los productores (Mila Sánchez *et al.*, 2016). Las otras especies del cacaotal pueden tener una buena producción y mercado, ya sea como frutales o maderables (Roa Romero *et al.*, 2009; Sánchez Gutiérrez *et al.*, 2017). Por último, se ha propuesto también el incursionar en programas de pago por servicios ambientales (Bautista Mora *et al.*, 2016).

c) **Organización social:** El fortalecimiento de la acción colectiva de los actores del cacao (cacaoteros, asociaciones de productores, universidades, agroindustria y centros de investigación) parece ser la clave para mejorar el ingreso del productor, generar planes integrales de manejo y la transferencia de innovaciones (Córdova Ávalos *et al.*, 2001; Díaz José *et al.*, 2014; Hernández-Gómez *et al.*, 2015a). Algunas organizaciones han incursionado en generar planes de manejo integral de manejo de las plantaciones y el remplazo de variedades resistentes a la moniliasis (López Cruz *et al.*, 2021). La vinculación entre la agroindustria, la Universidad Autónoma de Querétaro y el gobierno local han generado beneficios para las tres partes (Peña Aguilar y Bermúdez Peña, 2007).

d) **Políticas públicas.** A nivel internacional y nacional se coincide en que es necesario el generar políticas holísticas que involucren a diversos actores (empresas, academia y gobiernos), que permitan a los productores mayores ingresos y una mejor transferencia de tecnología (Díaz José *et al.*, 2014; IICA, 2017; Blare *et al.*, 2020). Estas políticas tienen que realizarse a nivel regional, ya que entre cada región hay diferencias socioeconómicas y de manejo de las plantaciones importantes (Díaz José *et al.*, 2014; Souza Peñalosa, 2015).

Entendiendo y fortaleciendo la resiliencia del cacaotal ante el cambio climático

Como podemos ver el cacaotal ha sido históricamente un sistema con cierto grado de resiliencia, al haber pasado por diversos cambios socioculturales y seguirse aun cultivando. Sin embargo, el cambio climático será un gran reto al potencialmente modificar toda la base natural del sistema, y sus plagas y enfermedades. Anteriormente, la mancha negra y moniliasis han significado una problemática tan grave que han detonado procesos de derribo de las plantaciones y cambio de uso de suelo, lo cual es esperable nuevamente en un panorama de cambio climático, aumento de los costos para mantener el agua en el sistema y controlar las nuevas plagas. Para poder enfrentar este nuevo reto, será necesario fortalecer la resiliencia al cambio climático.

En resumen, a través de los cinco indicadores se identificaron tres indicadores muy buenos de resiliencia ante el cambio climático (saberes, agrobiodiversidad y autorregulación socioecológica) y dos con debilidades (capital y autoorganización). Los saberes son un factor que fortalece, y de echo un potencial, de resiliencia del cacaotal, al permitirle generar un sistema diverso y con respuestas ante problemáticas actuales. La agrobiodiversidad y la autorregulación están sumamente relacionados, y ambos ayudan a la resiliencia del cacaotal, ya que permiten el mantener la base y reproducción social y ecológica del



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

sistema mediante la conservación de los servicios y procesos ecosistémicos, el generar ingresos y bienes extras al cacao y ayudar a la seguridad alimentaria del hogar.

En cuanto al capital, tanto el humano como económico son poco resilientes en el cacaotal debido al poco ingreso que se queda con el productor de la cadena cacao-chocolate, lo cual genera que sea una actividad muy poco atractiva para los productores, lo que provoca que cambien a sistemas más rentables y que la juventud abandone el campo. La autoorganización más allá del nivel familiar es muy baja y la más fuerte, las asociaciones de productores, parece representar experiencias mixtas.

Por último, al ver las innovaciones podemos ver que existen experiencias o propuestas en todas las vertientes y que nos pueden servir como base para generar cacaotales más resilientes ante el cambio climático. Es prioritario generar un sistema de cacao más justo, para que el productor pueda seguir con la actividad y la juventud pueda incorporarse a esta actividad, como vimos esto se puede lograr desde diferentes acciones (revalorizar de todos los recursos del cacaotal, fomentar un manejo integral del cacaotal o buscar nichos de mercado con precios diferenciados). Una gran forma de hacerlo es fortaleciendo los vínculos entre los diversos actores, para que se genere un diálogo de saberes que nos ayude a generar un sistema de respuesta ante esta y otras perturbaciones.

CONCLUSIONES

No podemos hablar de que el cacao es un sistema resiliente o no, lo más adecuado es hablar de que existen factores que cuentan con una gran resiliencia (saberes, agrobiodiversidad y autorregulación socioecológica) mientras que cuenta con otros para mejorar (capital y autoorganización social). Esta resiliencia es un proceso vivo, ya que como hemos visto, los cambios han surgido en la historia, pero las respuestas a estas problemáticas siguen surgiendo mediante la innovación en el sistema. Para estar listos ante el cambio climático será necesario por lo tanto tomar acciones encaminadas hacia el diálogo de saberes y el desarrollo de un sistema agroalimentario más justo.

LITERATURA CITADA

- Aguilar González, L. 2018. El cacao (*Theobroma cacao* L.) en Nayarit como propuesta de agroturismo. *AgroProductividad.*, 11(8): 89–93.
- Aldasoro Maya, E.M. 2012. Documenting and Contextualizing *Pjiekakjoo* (Tlahuica) Knowledges through a Collaborative Research Project. Tesis de Doctorado, University of Washington, Seattle, Estados Unidos.
- Altieri, M.A., Nicholls, C.I., Henao, A., and Lana, M.A. 2015. Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agron Sustain Dev.*, 35(3): 869–890.
- Arellano Hernández, A., 2014. Cambio climático y sociedad. Universidad Autónoma del Estado de México, México, D.F. 252 p.
- Attolini León, A. 2011. Cuentas, dares y tomares del cacao: Delicia, convite, rito mesoamericano. Aspectos antropológicos. *Rev Digit Univ.*, 4: 1067–6079.
- Avedaño Arrazate, C.H. y Cueto Moreno, J. 2018. “Lacandón”: Nuevo clon de cacao criollo (*Theobroma cacao* L.) mexicano. *AgroProductividad.*, 11(9): 169–171.
- Avedaño Arrazate, C.H., Villareal Fuentes, J.M., Campos Rojas, E., Gallardo Méndez, R.A., Mendoza López, A., Aguirre Medina, J.F., Sandoval Esquivel, A. y Espinosa Zaragoza, S. 2011. Diagnóstico del cacao en México. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México, 78 p.
- Barrón García, Y.P., Azpeitia Morales, A., López Andrade, P.A. y Mirafuentes Hernández, F. 2018. Metodología adaptada para la formación de híbridos F1 de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tabasco. *Rev Mex Ciencias Agrícolas.*, 5(5): 765-777.
- Bautista Mora, E, Pérez Flores, J., Ruíz Rosado, O. y Valdez Balero, A. 2016. Uso de recursos forestales y no maderables del sistema agroforestal cacao (*Theobroma cacao* L.). *AgroProductividad.*, 9(2): 50–55.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

- Bergmann, J.F. 1969. The distribution of cacao cultivation in pre-columbian America. *Ann Assoc Am Geogr.*, 59(1): 85–96.
- Berkes, F, Colding, J and Folke C. 2000. Rediscovery of Traditional Ecological Knowledge as Adaptive Management. *Ecol Appl.*, 10(5): 1251–1262.
- Blare, T., Corrales, I. and Zambrino, L. 2020. Can Niche Markets for Local Cacao Varieties Benefit Smallholders in Peru and Mexico? Expansion of Specialty Cacao Markets in. *Choices Mag.*, 35: 1–7.
- Cabel, J.F. and Oelofse, M. 2012. An indicator framework for assessing agroecosystem resilience. *Ecol Soc.*, 17(1): 1-13.
- Castillo Villanueva, L. y Velázquez Torres D. 2015. Sistemas complejos adaptativos, sistemas socio-ecológicos y resiliencia. *Quivera.*, 17(2): 11–32.
- Chávez García, E. 2012. Percepción de la pobreza y formas de vida en comunidades campesinas de la Chontalpa, Tabasco, México. Universidad Internacional de Andalucía. Baeza, España. 918 p.
- Córdova Avalos, V., Mendoza Palacios, J., Vargas Villamil, L., Izquierdo Reyes, F. y Ortíz García, C. 2008. Participación de las asociaciones campesinas en el acopio y comercialización de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tabasco, México. *Univ y Ciencia Trópico Húmedo UJAT.*, 24(2): 147–158.
- Córdova Ávalos, V., Sánchez Hernández, M., Estrella Chulim, N.G., Sandoval Castro, E. y Ortíz García C.F. 2001. Factores que afectan la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el ejido Francisco I. Madero del Plan Chontalpa, Tabasco, México. *Universidad y Cienc.* 17(34): 93–100.
- Díaz José, J., Díaz José, O., Mora Flores, S., Rendón Medel, R. and Tellez Delgado, R. 2014. Cacao in Mexico: Restrictive factors and productivity levels. *Chil J Agric Res.*, 74(4): 397–403.
- Espinosa García, J.A., Uresti Gil, J., Vélez Izquierdo, A., Moctezuma López, G., Inurreta Aguirre, H.D. y Góngora González, S.F. 2015. Productividad y rentabilidad potencial del cacao (*Theobroma cacao* L.) en el trópico mexicano. *Rev Mex Ciencias Agrícolas.*, 6(5): 1051–1063.
- Estrada, A., Coates Estrada, R. and Meritt, D. 1994. Non flying mammals and landscape changes in the tropical rain forest region of Los Tuxtlas, Mexico. *Ecography (Cop).*, 17(3): 229–241.
- Folke, C., Biggs, R., Norström, A.V., Reyers, B. and Rockström, J. 2016. Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science. *Ecol Soc.*, 21(3): 1-16.
- Gerónimo López, V., Sánchez Soto, S., Bautista Martínez, N., Pérez de la Cruz, M. y Mendoza Hernández, J.H. 2013. Fluctuación poblacional de *Clastoptera laenata* (Hemiptera: Clastopteridae) en el cultivo del cacao en Tabasco, México. *Fitosanidad.*, 17(3): 131–137.
- Gómez Vargas, M., Galeano Huíguita, C. y Jaramillo-Muñoz, D. 2015. El estado del arte: Una metodología de investigación. *Rev Colomb Ciencias Soc.*, 6(2): 423–443.
- Hernández Gómez, E., Hernández Morales, J., Avedaño Arrazate, C.H., López Guillen, G., Garrido Ramírez, E.R. y Romero Nápoles, J. 2015a. Factores socioeconómicos y parasitológicos que limitan la producción del cacao en Chiapas, México. *Rev Mex Fitopatol.*, 33(2): 232–246.
- Hernández Gómez, E., López Navarrete, M.C., Garrido Ramírez, E.R., Solís Bonilla, J.L., Zamarripa Colmenero, A. y Avedaño Arrazate, C.H. 2015b. La moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif & Par) del cacao: Búsqueda de estrategias de manejo. *Agroproductividad.*, 5(6): 3–9.
- Hes, T., Sulaiman, H., Mintah, S., Banda Arrieta, J.S., Ramírez Esquivel, B.J., Martínez Saldaña, T. and Ruiz Hernández J.A. 2017. Weak levels of social capital as one of the causes of the fall of Mexican cacao production. *Emirates J Food Agric.*, 29(6): 411–419.
- Hosen, N., Nakamura, H. and Hamzah, A. 2020. Adaptation to climate change: Does traditional ecological knowledge hold the key? *Sustainability.*, 12(2):1–18.
- IICA. 2017. Estado actual sobre la producción, comercio y cultivo de cacao en América. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José, Costa Rica. 254 p.
- Infante Ramírez, K.D. and Arce Ibarra, A.M. 2019. Less Rain and More Heat”: Smallholders’ Perception and Climate Change Adaptation Strategies in Tropical Environments. *Soc y Ambient.*, (21): 77–104.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

- López Cruz, A., Soto Pinto, L., Salgado Mora, M.G. and Huerta Palacios, G. 2021. Simplification of the structure and diversity of cocoa agroforests does not increase yield nor influence frosty pod rot in El Soconusco, Chiapas, Mexico. *Agrofor Syst.*, 95(1): 201–214.
- Martínez González, D.N. 2012. Hacia un desarrollo local: La microindustria chocolatera de la Chontalpa, Tabasco: ¿Un caso de éxito o subsistencia? En: Hernández Lara, O. G. (Eds.) *Espacios tatuados: Textos sobre estudio de las regiones y los territorios*. Primera ed. Instituto Mora, México D.F. pp. 95–122.
- Martínez Salvador, L.E. y Martínez Salvador, C. 2020. Innovación social en organizaciones cacaoteras en Tabasco, México. Aproximaciones desde la gobernanza territorial y la participación femenina en la agricultura. *Estud Soc Rev Aliment Contemp y Desarro Reg.*, 30(55): 2–31.
- Mathiowetz, M.D. 2019. A History of Cacao in West Mexico: Implications for Mesoamerica and U.S. Southwest Connections. *J. Archaeol. Res.*, 27: 287–333
- Méndez Sánchez, J.A., López Hernández, E.S. y López Martínez, S. 2019. Deficiencia productiva del sistema cacao, a causa de PEMEX: Percepción o realidad. *J Basic Sci.*, 5(15): 124–133.
- Mendoza López, A., Gallardo Méndez, R.A. y Avedaño Arrazate, C.H. 2011. El mundo del cacao (*Theobroma cacao* L.), kakaw (Maya), Cacahuatl (Nahuatl). *Agroproductividad.*, 4(2): 18–26.
- Mila Sánchez, A.I., Ristori Cueto, D., Mazariegos Sánchez, A., Martínez Chávez, J. y León Ayala, A.L. 2016. La pequeña organización artesanal: Transformación del cacao. El Caso de los productores de chocolate en Tuxtla Chico, Chiapas. *Rev Mex Agronegocios.*, 39: 477–488.
- Mukhovi, S., Jacobi, J., Llanque, A., Rist, S., Delgado, F., Kiteme, B. and Speranza, C.I. 2020. Social Self-Organization and Social-Ecological Resilience in Food Systems: Lesson from Smallholder Agriculture in Kenya and Indigenous Guaraní Communities in Bolivia. *Food Stud An Int J.*, 10(1):19–42.
- Nelson, G.C., Rosegrant, M.W., Koo, J., Robertson, R., Sulser, T., Zhu, T., Ringler, C., Msangi, S., Palazzo, A., Batka, M., Magalhaes, M., Valmonte-Santos, R., Ewing, M. y Lee, D. 2009. Cambio climático: El impacto en la agricultura y los costos de adaptación. *International Food Policy Research Institute, Washington, D.C.* 19 p.
- Ogata, N. 2003. Domestication and Distribution of the Chocolate Tree (*Theobroma cacao* L.) in Mesoamerica. In: Fedick, S., Allen, M. and Gomez-Pompa, A. (Eds.). *The Lowland Maya Area. Three millennia at the human wildland interface*. First Ed. CRC Press, Boca Raton, Florida. pp. 415–430.
- Oporto, S., Arriaga Weiss, S.L. y Castro Luna, A.A. 2015. Diversidad y composición de murciélagos frugívoros en bosques secundarios de Tabasco, México. *Rev Mex Biodivers.*, 86(2): 431–439.
- Ortega Andrade, S., Páez, G.T., Feria, T.P. and Muñoz, J. 2017. Climate change and the risk of spread of the fungus from the high mortality of *Theobroma cacao* in Latin America. *Neotrop Biodivers.*, 3(1): 30–40.
- Ortíz García, C.F. 2017. Situación de las enfermedades del cacao y manejo en México, en presencia de moniliasis. *Rev Mex Fitopatol.*, 35(Suplemento): 2–4.
- Peña Aguilar, J.M. y Bermúdez-Peña, C.P. 2007. Vinculación universidad empresa. Innovación para la diversificación de mercados en cacao. *Rev Iberoam contaduría, Econ y Adm.*, 4(7): 103-121.
- Pérez De la Cruz, M. y De la Cruz Pérez, A. 2005. Diversidad de teridiidos (Araneae: Theridiidae) en cuatro asociaciones florísticas, en el Ejido “Las Delicias” en Teapa, sureste de México. *Univ y Cienc.*, 21(41):41–44.
- Pérez De La Cruz, M., Equihua Martínez, A., Romero Nápoles, J., Sánchez Soto, S. y García López, E. 2009. Diversidad, fluctuación poblacional y plantas huésped de escolitinos (Coleoptera: Curculionidae) asociados con el agroecosistema cacao en Tabasco, México. *Rev Mex Biodivers.*, 80(3): 779–791.
- Pérez Sosa, E. y Granados Ramírez, G.R. 2020. Posibles efectos del cambio climático en la región productora de cacao en Tabasco, México. *Tlalli Rev Investig en Geogr.*, (3): 39–67.
- Powis, T.G., Cyphers, A., Gaikwad, N.W. and Grivetti, L., Cheong K. 2011. Cacao use and the San Lorenzo Olmec. *Proc Natl Acad Sci U S A.*, 108(21): 8595–8600.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

- Powis, T.G., Hurst, W.J., del Carmen Rodriguez, M., Ponciano, O.C., Blake, M., Cheetham, D., Coe, M.D. and Hodgson, J.G. 2008. The Origins of Cacao Use in Mesoamerica. *Mexicon*. 30(2): 35–38.
- Priego Castillo, G.A., Galmiche Tejeda, A., Castelán Estrada, M., Ruiz Rosado, O. y Ortiz Ceballos, A. I. 2009. Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción de cacao: estudios de caso de unidades de producción rural en Comalcalco, Tabasco. *Univ y Cienc.*, 25(1): 39–57.
- Roa Romero, H.A., Salgado Mora, M.G. y Álvarez Herrera, J. 2009. Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Soconusco, Chiapas - México. *Acta Biol Colomb.*, 14(3): 97–110.
- Salas Zapata, W.A., Ríos Osorio, L.A. y Álvarez Del Castillo, J. 2012. Marco conceptual para entender la sustentabilidad de los sistemas socioecológicos. *Ecol austral.*, 22(1): 1–8.
- Salgado Mora, M.G. 2007. Diagnóstico agroecológico del sistema cacao (*Theobroma cacao* L.) en la región del Soconusco, Chiapas, México. Tesis de Doctorado, El Colegio de La Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México, 87 p.
- Sánchez Gutiérrez, F., Pérez Flores, J., Obrador Olan, J.J., Sol Sánchez, Á. y Ruiz Rosado, O. 2017. Árboles maderables en el sistema agroforestal de cacao en Cárdenas, Tabasco, México. *Rev Mex Ciencias Agrícolas.*, (14):2711-2722.
- Santos Heredia, C., Andresen, E., Zárate, D.A. and Escobar, F. 2018. Dung beetles and their ecological functions in three agroforestry systems in the Lacandona rainforest of Mexico. *Biodivers Conserv.*, 27(9): 2379–2394.
- Sol Sánchez, Á., López Juárez, S.A., Córdova Ávalos, V. y Gallardo López, F. 2018. Productividad potencial del SAF cacao asociado con árboles forestales. *Rev Iberoam Bioeconomía y Cambio Climático.*, 4(7): 862–877.
- Torres de la Cruz, M., Mora Aguilera, G., Ortiz García, C.F., de la Cruz Pérez, A. and Gaspar Génico, J.Á. 2020. Productive Flows Determine the Frosty Pod Rot Epidemic Structure of Cacao in Southeastern Mexico. *Rev Fitotec Mex.*, 43(4): 421–431.
- Ulloa, A. 2014. Dimensiones culturales del clima: Indicadores y predicciones entre pobladores locales en Colombia. *Rev Cuba Antropol Sociocult.*, 6: 17–33.
- del Valle Pavón, G. 2011. Cacao de Guayaquil y apertura comercial. La promoción del comercio de cacao y azúcar a través del Consulado de México. En: Böttcher, N., Hausberger, B. y Ibarra, A (Eds.). *Redes y negocios globales en el mundo ibérico, siglos XVI-XVIII*. Primera Edición. Iberoamericana, Madrid, España. pp. 239–268.
- Zanetti, M. 2012. Cacao y chocolate: del nuevo al viejo mundo a través del español. In: XLVII Congreso El español, vehículo multicultural, Asociación Europea de Profesores de Español (AEPE), Gijón, España. pp. 221–228.
- Zárate, D.A., Andresen, E., Estrada, A. and Serio Silva, J.C. 2014. Black howler monkey (*Alouatta pigra*) activity, foraging and seed dispersal patterns in shaded cocoa plantations versus rainforest in southern Mexico. *Am J Primatol.*, 76(9): 890–899.
- Zequeira Larios, C. y Ogata, N. 2018. Perspectivas para los sistemas agroforestales de cacao en el sureste de México. En: Silva Rivera, E., Martínez Valdés, V., Lascurain, M., Rodríguez Luna, E. (Eds.). *De la recolección a los agroecosistemas: Soberanía alimentaria y conservación de la biodiversidad*. Vol. 6. Primera Ed. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. pp. 113-127.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**EFFECTO DE ABONOS ORGANICOS Y DE SU COMBINACIÓN CON FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN
EL RENDIMIENTO DE MAÍZ EN JALISCO, MÉXICO.**

**EFFECT OF ORGANIC FERTILIZERS AND ITS COMBINATION WITH CHEMICAL FERTILIZATION
ON THE YIELD OF CORN IN JALISCO, MEXICO.**

**¹Díaz Mederos P., ¹Pérez Domínguez JF., ¹Ireta Moreno J, ¹Villarreal Rodas J H y ¹Arias
Chávez L E**

¹Campo Experimental Centro Altos de Jalisco (CIRPAC) del INIFAP. Av. Biodiversidad #2470 Col.
Centro C. P. 47600 Tepatlán de Morelos, Jalisco, México
Autor para correspondencia: diaz.primitivo@inifap.gob.mx

RESUMEN

En México está generalizado el uso de agroinsumos químicos, esto ha ocasionado abusos en su aplicación, con las consecuencias de altos niveles de contaminación de suelo y mantos freáticos. El uso de mejoradores como vermicomposta, humus, compostas, etc. pueden ser una alternativa viable en algunas regiones agrícolas de México. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de fertilizantes orgánicos y su comparación con fertilizantes químicos en el rendimiento de grano y de grano mas forraje de maíz. Fueron cuantificadas tres variables: sanidad del grano/ tratamiento, rendimiento de grano y rendimiento de grano mas follaje por hectárea, en un diseño bloques completos al azar. Se probaron 15 tratamientos, que incluyen lixiviado de lombriz, humus y composta del INIFAP, composta comercial en tres presentaciones y tres productos líquidos comerciales; así como el tratamiento sugerido por el INIFAP para la región; Los resultados mostraron diferencias significativa entre tratamientos en cuanto a rendimiento de grano y grano mas forraje; en cuanto a sanidad de mazrcas no hubo diferencia significativa. Con la aplicación de fertilizantes orgánicos se mantuvo el nivel de rendimiento de grano y forraje an nivel que el tratamiento con fertiizante químico sugerido por el INIFAP, lo cual permite sugerir, con base en datos de campo la reducción de uso de agroquímicos en la producción de maíz.

Palabras clave: *vermicomposta, lixiviado, humus, maíz, fertilizantes orgánicos*



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

EFFECTO DE INSECTICIDAS BIORACIONALES, MICROBIANOS Y QUIMICOS EN LA MORTALIDAD DE PARATRIOZA (*Bactericera cockerelli*) EN JITOMATE SALADETTE.

EFFECT OF BIORRATIONAL, MICROBIAL AND CHEMICAL INSECTICIDES ON THE MORTALITY OF PARATRIOZA (*Bactericera cockerelli*) IN SALADETTE TOMATO.

¹Pérez Domínguez JF, ¹Díaz Mederos P, ¹Ireta Moreno J

¹Campo Experimental Centro Altos de Jalisco (CIRPAC) del INIFAP. Av. Biodiversidad #2470 Col. Centro C. P. 47600 Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.

*Autor para correspondencia: perez.juanfrancisco@inifap.gob.mx

RESUMEN

La paratrioza *Bactericera cockerelli* Sulc. Tiene gran importancia económica como vector de enfermedades virales en hortalizas en Jalisco. El objetivo del presente estudio fue analizar la mortalidad ocasionada por diversos tratamientos bioracionales, microbianos y químicos, para el adecuado manejo de paratrioza *Bactericera cockerelli* Sulc. Se analiza la mortalidad ocasionada por cada tratamiento, así como la efectividad de cada uno de estos tratamientos. Los resultados indican que la efectividad de los tratamientos fue muy variable entre fechas de aplicación y entre estados de desarrollo de la plaga, algunos tratamientos tienen un marcado efecto ovicida, otros son más efectivos con ninfas, otras más con adultos. Los resultados mostrados permiten hacer aplicaciones en forma secuenciada de nim o insecticidas biológicos antes de aplicar insecticidas químicos.

Palabras Clave: *insectos vectores, hortalizas, muestreo, control.*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**PROYECCIÓN DEL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO (RCP 8.5) SOBRE LA SUPERFICIE
POTENCIAL FRUTICOLA EN CHILE**

CLIMATE CHANGE PROJECTIONS (RCP 8.5) ON THE FRUIT POTENTIAL AREA IN CHILE

¹Bustos Silva G., ²Araya-Osses D., ²Cortez Lira D. y ¹Paneque M.

¹Laboratorio de Biotecnología Ambiental y Bioenergía – Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de Chile. Santa. Rosa 11315, La Pintana, Santiago, Chile.

²Fundación Bionostra Chile Research. Almirante Lynch 1179, San Miguel, Santiago, Chile.
Autor para correspondencia: mpaneque@uchile.cl

RESUMEN

El sector agrícola es vulnerable frente al cambio climático debido a la estrecha relación entre el clima y los cultivos. En particular, el sector frutícola es uno de los más afectados, ya que no tiene la capacidad de adaptar los ciclos de vida ni las épocas de siembra de sus especies. Para Chile se estima un aumento de las temperaturas de al menos 2°C en todo el territorio nacional y una disminución de las precipitaciones invernales de más de un 40% en la zona centro sur; lo que afecta la aptitud del territorio agrícola donde se concentra el 85% de la fruticultura. El estudio se abocó en estimar la variación de la superficie potencial de los principales cultivos frutícolas exportables (arándano, cerezo, manzano, nogal y vid de mesa) de Chile para el período 2046-2065, bajo el escenario RCP 8.5. Se proyectó una disminución de la superficie apta de 1,1 M ha a nivel nacional, donde el 54% de la pérdida se concentró entre las regiones de Antofagasta y Valparaíso. El nogal y la vid de mesa fueron los frutales que presentaron mayor reducción de superficie potencial, con 24,6% y 24,5%, respectivamente. Por otro lado, se identificó para el cerezo un incremento de 1.390 ha de superficie sin restricción en un escenario futuro. Además, se identificó un desplazamiento de la superficie apta potencial hacia zonas precordilleranas y sur del país, y se visualiza una oportunidad de desarrollo de cultivos frutícolas en regiones como La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos, las que hoy presentan importantes limitaciones.

Palabras clave: *Fruticultura, Cambio climático, superficie potencial, Chile.*



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

MODELO PARA ESTIMACIÓN DE VARIACIONES EN LA SALINIDAD SECUNDARIA A PARTIR DE
VARIABLES METEOROLÓGICAS Y NIVELES FREÁTICOS

MODEL FOR ESTIMATING VARIATIONS IN SECONDARY SALINITY BASED ON
METEOROLOGICAL VARIABLES AND GROUND LEVELS

¹Soto J., ¹Cortez D. y ²Paneque M.

¹Fundación Bionostra Chile Research. Almirante Lynch 1179, San Miguel, Santiago, Chile.
²Laboratorio de Biotecnología Ambiental y Bioenergía – Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de Chile. Santa. Rosa 11315, La Pintana, Santiago, Chile.
Autor para correspondencia: mpaneque@uchile.cl

RESUMEN

En contextos hiper-áridos como el Desierto de Atacama, los sistemas de humedales dependen de la cercanía a la superficie del nivel freático. Esta situación se observa en el humedal de Tilopozo, ubicado en el extremo sur del Salar de Atacama; el cual presenta presiones antrópicas por el bombeo de agua subterránea por diferentes actividades industriales. Factores como la variación en la profundidad del nivel freático y la evapotranspiración determinan el ascenso capilar; que a su vez, limitan la movilización de sales en el perfil del suelo, generando su acumulación final en la superficie. Cuando estos factores se alteran producto de acciones antrópicas, se pueden producir procesos de salinización secundarios. En este estudio se generó un modelo, para proyectar la variación de la salinidad en la superficie del suelo, en función de cambios potenciales del nivel freático. Para ello, se utilizaron diferentes ecuaciones que estimaron el ascenso capilar y la concentración de sales en Áreas Inmediatas Teóricas (AIT), representadas por un pozo y una calicata descriptora. Las ecuaciones utilizadas se alimentaron a partir de: i. profundidad de nivel freático obtenida desde una red de pozos; ii. evapotranspiración estimada, a partir de datos meteorológicos; y iii. concentración de sales a profundidad de raíz, obtenida desde calicatas descriptoras. Los resultados mostraron que, a pesar de una disminución del nivel freático proyectada a 2040, los cambios en el flujo capilar proyectaron, en promedio, una disminución de 7.536 mm (± 3.484). En tanto, las variaciones modeladas de la salinidad en superficie mostraron cambios marginales, respecto al presente y el contexto de un Salar, con una disminución media de 1.428 dS m⁻¹ (± 1.806). La propuesta metodológica del modelo puede ser utilizada para evaluar procesos de salinización en otros contextos productivos, como la agricultura.

Palabras clave: *Salinización de suelos, nivel freático, ascenso capilar, humedales, desierto.*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Biotecnología



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**INTEGRACIÓN DE VARIABLES DE CALIDAD EN DNA DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) PARA
LA ESTIMACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN**

**INTEGRATION OF QUALITY VARIABLES IN DNA FROM COMMON BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.)
TO ESTIMATE THE CONCENTRATION**

**¹De León-Rodríguez Juan Luis, ¹Guzmán-Rodríguez Luis Felipe, ¹Cruz-Cárdenas Carlos Iván,
¹Pichardo-González Juan Manuel y ¹Cortés-Cruz Moisés Alberto.**

¹Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) del INIFAP. Boulevard de la Biodiversidad Núm.
400. Col. Rancho las Cruces, C.P. 47600. Tepatitlán de Morelos Jalisco, México.

*Autor para correspondencia: guzman.luis@inifap.gob.mx

RESUMEN

La calidad de los ácidos nucleicos es un factor importante a tomar en cuenta cuando el objetivo es realizar una caracterización genotípica. De la misma manera, la concentración de los materiales influye al realizar una estandarización de un protocolo y para llevar a cabo el ajuste de la concentración es necesario tomar como punto de partida los datos obtenidos al evaluar la calidad, con técnicas como espectrofotometría y fluorometría. Estas técnicas permiten determinar la concentración de DNA, sin embargo, la especificidad y sensibilidad de la fluorometría la vuelve más confiable en las mediciones si se requiere ajustar los materiales a una concentración conocida. Una desventaja, es el costo de los reactivos para llevar a cabo la fluorometría, sobre todo cuando la cantidad de muestras es elevada.

Con el objetivo de obtener mediciones de la concentración de DNA con mejor precisión y optimizando recursos, se realizó la integración de variables de concentración y calidad de los ácidos nucleicos mediante análisis de regresión lineal múltiple de la concentración, pureza e integridad del DNA. Con esta estrategia, se podrán llevar a cabo estudios de caracterización con DNA de buena calidad e integridad sin la necesidad de invertir reactivos con alto costo.

Palabras clave: *espectrofotometría, fluorometría, ácidos nucleicos, pureza, integridad.*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA EN AGUA DE COCO COMERCIAL DE LA
REGIÓN CHONTALPA EN TABASCO.**

**PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL EVALUATION IN COMMERCIAL COCONUT
WATER FROM THE CHONTALPA IN TABASCO REGION.**

¹Córdova Alejandro, MA; ¹Suarez Espejo, FI; ²Cadenas González, MT; ²Leo Avelino G; ¹De la Cruz López A; ²Castañeda Castañeda C y ²Ramos Valencia JJ.

¹Universidad Popular de la Chontalpa (UPCH), División de Ciencias Básicas, e Ingenierías, Carr. Cárdenas-Huimanguillo Km. 2.0. 86500. Cárdenas, Tabasco, México.

²Centro de Tecnología Avanzada (CIATEQ), Ingeniería de plantas. Calle 23 de agosto 213, Jesús García, 86040, Villahermosa, Tabasco, México.

Autor correspondencia: teresa.cadena@ciateq.mx

RESUMEN

El agua de coco es una de las bebidas más ingeridas por la mayor parte de la población, generando un producto con tendencia de transformación y utilidad de gran valor comercial. Es una bebida refrescante e hidratante que contiene muchos beneficios para la salud humana, por ese mismo motivo hay una gran variedad de estudios para identificar sus propiedades, que dan pauta a comercializar el agua de coco embotellada conservando su sabor original y sobre todo sin afectar los beneficios naturales. El presente estudio tiene como finalidad analizar las propiedades fisicoquímicas y los posibles agentes microbiológicos presentes en el agua de coco comercial después su proceso de embotellado mediante técnicas de inoculación microbiológica. Para ello se hizo una búsqueda en tiendas comerciales en la región Chontalpa del estado de Tabasco de diferentes marcas comerciales de agua de coco. Las muestras indicaron valores globales de pH de 5.2, el contenido de azúcares totales de 5.0 y densidad en valores de 1.00 g/ml. Estos resultados se encuentran dentro de los estándares internacionales que presenta el agua de coco de origen natural.

Palabras clave: *Agua de coco, fisicoquímico, inoculación, microbiología.*



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

EXPRESIÓN DE GENES RELACIONADOS CON LA MADURACIÓN DEL FRUTO DE LA
GUANÁBANA (*Annona muricata* L.)

GENE EXPRESSION IN RIPENING SUORSOP (*Annona muricata* L.) FRUIT

¹Franco Franco J, ¹Guzmán LF, ²Cortés Cruz MA, ¹Aragón Magadán MA y ¹Cruz Cárdenas CI

¹Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) del INIFAP. Boulevard de la biodiversidad 400, Col. Rancho las Cruces, C.P. 47600. Tepatitlán de Morelos Jalisco, México.

²Centro de Investigación Regional Pacífico Centro (CIRPAC) del INIFAP. Dirección de Investigación. Int. Parque los Colomos S/N, C.P.44630. Guadalajara Jalisco, México.

Autor para correspondencia: guzman.luis@inifap.gob.mx

RESUMEN

La guanábana (*Annona muricata* L.) pertenece a la familia Annonaceae, es una especie frutal de creciente demanda e interés por la industria agropecuaria y farmacéutica debido a sus propiedades sensoriales como sabor, aroma, vitaminas y nutrientes. En México, el cultivo de guanábana es la actividad de mayor importancia en anonáceas, la producción es de 30,790 ton anuales con un valor de \$248,170 en el año 2020. Se incluyeron seis frutos de guanábana en almacenamiento a condiciones de temperatura ambiente y refrigeración durante 6 y 9 días, respectivamente. Se aisló ARN total de la pulpa del fruto y se sintetizó cDNA por retro transcripción con la finalidad de determinar la expresión de los genes que codifican para las enzimas pectinesterasa 1 y pectato liasa 22 en las condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente y refrigeración, mediante qPCR por el método de cuantificación relativa $\Delta\Delta Ct$. El gen de *ubiquitina* se utilizó como referencia. En el análisis estadístico, se realizó el análisis de varianza y comparación de medias con la prueba Tukey ($p \leq 0.05$) en el programa Statgraphics Centurion Versión XV.II. La expresión del gen que codifica para pectinesterasa 1 presentó mayor expresión en el día 3 en refrigeración y temperatura ambiente en comparación con el resto de las mediciones. La expresión del gen que codifica para pectato liasa 22 fue mayor en el día 3 en refrigeración en comparación con el resto de las mediciones.

Palabras clave: *Pectinesterasa, pectato liasa, ubiquitina, cDNA, qPCR*

INTRODUCCIÓN

La guanábana (*Annona muricata* L.) pertenece a la familia Annonaceae, del género *Annona* de árboles frutales tropicales con subdivisión espermatofita (ITIS, 2011), de las cuales hay aproximadamente 119 especies (Echebique *et al.*, 2020). La guanábana es una especie frutal de creciente demanda e interés por la industria agropecuaria y farmacéutica, el fruto posee propiedades alimenticias, excelente sabor y contenido de calcio, fósforo, vitaminas y fibras. Además, contiene acetogeninas con actividad citotóxica en células cancerígenas (Badrie *et al.*, 2010).

Esta especie crece en áreas tropicales del Caribe, Centroamérica y Sudamérica. México es el mayor productor y consumidor de guanábana, seguido de Venezuela, Brasil y Colombia (Cuello *et al.*, 2019). En México, el cultivo de guanábana es la actividad de mayor importancia en anonáceas (Betancourt-Arangüé, 2019). En 2020, la producción de guanábana fue de 30,790 ton, los estados de Nayarit, Colima y Michoacán fueron los principales productores con una superficie total de 3,612 hectáreas sembradas, con un valor de producción de \$248,170 M.N (SADER, 2020).

Las frutas se consideran maduras en un período comprendido entre 14 y 18 semanas después de la formación del fruto primordio (Prieto, 2018). El desarrollo de la fruta ocurre en cuatro etapas, incluyendo organogénesis, expansión, maduración y senescencia (Alba *et al.*, 2005). Durante la maduración de frutos ocurren cambios fisiológicos, bioquímicos y estructurales. Entre estos destacan la producción de



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

azúcares solubles, síntesis de pigmentos y compuestos volátiles e hidrólisis de polisacáridos de almacenamiento (Morales-Domínguez *et al.*, 2013).

En frutos climatéricos como la guanábana, la maduración es un proceso complejo, controlado genéticamente, caracterizado por la síntesis y degradación de nuevos compuestos. Algunos de los cambios que ocurren durante la maduración y post-cosecha afectan directamente la vida útil y la calidad sensorial y nutricional de los frutos (Márquez-Cardozo *et al.*, 2012). Dentro de estos cambios está la pérdida de firmeza que ocurre por la degradación de la pared celular, que se ha asociado a cambios bioquímicos de polímeros, por ejemplo, celulosa, hemicelulosas y pectinas (Martínez-González, 2019). Durante el proceso de maduración hay una alta expresión de genes específicos, proteínas y actividades enzimáticas asociadas con la hidrólisis de la pared celular (Giovannoni, 2004). Las pectinasas son enzimas que hidrolizan las pectinas presentes en las plantas y su función es el alargamiento, crecimiento celular y la maduración del fruto (Cely y García, 2020). Algunos genes codifican para las enzimas pectinesterasa y pectato liasa (Uluisik y Seymour, 2019).

Las pectinasas se clasifican según su mecanismo de acción, de cuales se encuentran la pectinesterasa 1, codificada por el gen *PME1*, encargada de la desesterificación y modificación de las paredes celulares. Estas remueven los grupos metoxilo de la pectina formando ácido péptico en frutas durante la fase de maduración, procesamiento y reserva (Cely y García, 2020). Tienen un papel importante en el ablandamiento del tejido durante la maduración (King, 1990).

La enzima pectato liasa 22, codificada por el gen *PL22* participa en el ablandamiento de frutas carnosas y son componentes clave del conjunto de enzimas involucradas en la remodelación de la pared celular, relacionada con la maduración (Uluisik y Seymour, 2019). Este proceso ocurre por la catálisis que ocasiona una reacción de β -eliminación, la cual introduce una insaturación C4-C5 en el extremo no reductor del producto de reacción (Rosli, 2007).

El análisis de expresión génica comienza con retro transcripción, el cual es un proceso que consiste en sintetizar DNA complementario (cDNA) a moléculas de ARN. El cDNA obtenido es la cadena complementaria de la cadena molde de ARN (Rodríguez, 2014). La reacción es catalizada por una enzima ARN polimerasa (Hernández *et al.*, 1995).

Una importante aplicación de esta técnica es la evaluación rápida y precisa de los cambios en la expresión génica (Valasek y Repa, 2005). La técnica qPCR se caracteriza por alta especificidad, amplio rango de detección y rapidez en la visualización del producto (Aguilera *et al.*, 2014).

El objetivo fue analizar la expresión de los genes *PME1* y *PL22* en fruto de guanábana con y sin refrigeración. La hipótesis es que la expresión de los genes *PME1* y *PL22* en el fruto de guanábana en refrigeración y a temperatura ambiente es diferente.

MATERIALES Y MÉTODOS:

En el presente trabajo se incluyeron seis frutos de guanábana (*Annona muricata* L.), de los cuales, la mitad se mantuvieron a temperatura ambiente (TA) y la otra mitad en refrigeración a 15°C (TR). Los tratamientos considerados en el experimento fueron TA a 0, 3 y 6 días y TR a 3, 6 y 9 días, cada uno incluyó tres réplicas. Se colectó pulpa del fruto de los materiales a los días 0, 3, 6 y 9 días para la obtención de ARN. El estudio se realizó en el Laboratorio de ADN y Genómicas del Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP en el periodo de enero a abril de 2021.

A partir de 90 a 110 mg de pulpa del fruto se llevó a cabo la obtención de ARN. La extracción de ARN total fue con el método comercial Spectrum™ Plant Total RNA Kit de la marca Sigma® con las especificaciones del proveedor. El ARN purificado se disolvió en 50 μ L de solución buffer de elución y



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

se analizó la calidad por medio de espectrofotometría en un equipo Nanodrop 2000 de la marca Thermo y las muestras se almacenaron a -20°C hasta el ensayo.

La primera cadena de cDNA se sintetizó mediante retro transcripción con 5 μg ARN total con el método comercial SuperScript™ III Reverse Transcriptase de la marca Invitrogen® de acuerdo al protocolo del fabricante. La cantidad del cDNA sintetizado se determinó por espectrofotometría en un equipo Nanodrop 2000 de la marca Thermo y se estandarizaron las concentraciones a 20 ng/ μL .

El análisis de expresión génica relacionada con los cambios bioquímicos como el ablandamiento de la pared celular provocando pérdida de firmeza en el fruto de guanábana, se realizó en los genes *PME1* y *PL22*. El gen *ubiquitina* (*UBC*) fue utilizado como gen constitutivo de referencia y el tratamiento TA en 0 días como control para la cuantificación relativa por el método $\Delta\Delta\text{Ct}$.

El cDNA se amplificó por PCR tiempo real (qPCR) dúplex en un equipo termociclador StepOnePlus™ de la marca Applied Biosystems con el uso de sondas marcadas con fluorescencia. La mezcla de reacción se realizó en un volumen de 20 μL con 1X de Taqman Fast Advanced Master Mix de la marca Applied Biosystems, 0.4 μM de los iniciadores sentido y antisentido, 0.18 μM de sonda y 40 ng de cDNA. Los iniciadores se diseñaron y fueron sintetizados por T4Oligo. Las condiciones de amplificación fueron un ciclo de desnaturalización inicial a 95°C durante 5 minutos, seguido de 45 ciclos de desnaturalización a 95°C por un minuto y alineamiento y extensión a 55°C por un minuto. Los resultados se observaron y analizaron en el programa StepOne versión 2.1.

El diseño experimental aplicado fue factorial, con los factores temperatura de almacenamiento y días transcurridos. Se realizó el análisis de varianza y la comparación de medias con la prueba Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$, en el programa estadístico Statgrafics Centiurion Versión XV.II.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se observa la amplificación obtenida del gen *PME1* y el gen de referencia *ubiquitina* en el fruto de guanábana. Las líneas en color azul representan a *PME1* y en color rojo a *UBC*. En la gráfica de la figura 1, se presenta la curva típica de amplificación de ambos genes, la cual consta de las etapas inicial, exponencial y meseta. Las líneas horizontales representan el umbral de detección y el inicio de la etapa exponencial, además las líneas que se observan por debajo del umbral corresponden a la señal de fluorescencia residual. El valor Ct es el ciclo de la PCR en el cual la curva de amplificación supera el umbral de detección.

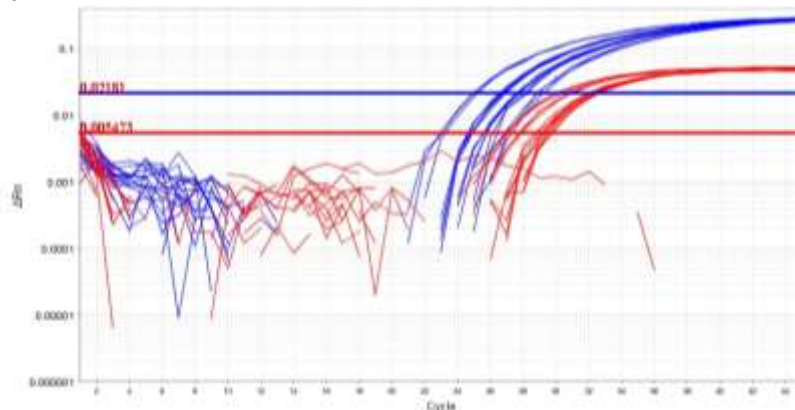


Figura 1. Amplificación del gen *PME1* y el gen de referencia *ubiquitina* en fruto de guanábana.

En el cuadro 1 se observan los valores Ct de los genes *PME1* y *ubiquitina* y la cuantificación de la expresión en seis tratamientos de guanábana por el método relativo $\Delta\Delta\text{Ct}$. En dicho cuadro se presentan valores Ct de *PME1* entre 25.0 a 29.2 y de *ubiquitina* entre 27.0 a 29.7. Los valores Ct de *PME1* en todos los tratamientos fueron menores a los valores Ct de *ubiquitina*, esto indica que la expresión de



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

PME1 es mayor a la expresión del gen *ubiquitina*, independientemente de la temperatura de almacenamiento o los días transcurridos.

Cuadro 1. Resultados de la expresión génica de los genes *PME1* y gen de referencia *ubiquitina* obtenida con el método relativo $\Delta\Delta Ct$

Tratamiento	<i>PME1</i> Ct	<i>UBC</i> Ct	ΔCt	$\Delta\Delta Ct$	$2^{\Delta\Delta Ct}$ (Promedio)
TA0	27.0	27.1	-0.1	0.0	
TA0	26.9	27.0	-0.1	0.0	1.0
TA0	26.8	27.0	-0.2	-0.0	
TA3	25.2	27.7	-2.5	-2.4	
TA3	25.0	27.7	-2.7	-2.5	6.0
TA3	25.0	27.9	-2.9	-2.8	
TA6	29.0	29.3	-0.3	-0.2	
TA6	29.2	29.3	-0.1	0.9	1.0
TA6	29.1	29.3	-0.2	-0.0	
TR3	26.6	29.7	-3.0	-3.0	
TR3	26.6	29.6	-3.0	-2.8	7.5
TR3	26.6	29.7	-3.1	-3.0	
TR6	28.0	29.1	-1.0	-0.9	
TR6	28.1	29.1	-1.0	-0.8	1.8
TR6	27.8	28.7	-0.9	-0.7	
TR9	27.6	29.3	-1.7	-1.5	
TR9	27.7	28.9	-1.2	-1.0	2.5
TR9	27.7	29.1	-1.4	-1.3	

En la figura 2 se observa la expresión relativa del gen *PME1* en fruto de guanábana. La expresión de *PME1* es mayor a los tres días y disminuye a los 6 días a TA y en refrigeración. No obstante, a los 9 días de refrigeración la expresión vuelve a aumentar. La mayor expresión del gen *PME1* la tenemos en el día 3, lo que indica que al tercer día la actividad enzimática aumenta, con la presencia de modificaciones en la pared celular provocando el ablandamiento del fruto en la que está involucrada una acción coordinada de enzimas como *PME1* (Martínez-González *et al.*, 2017b).



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

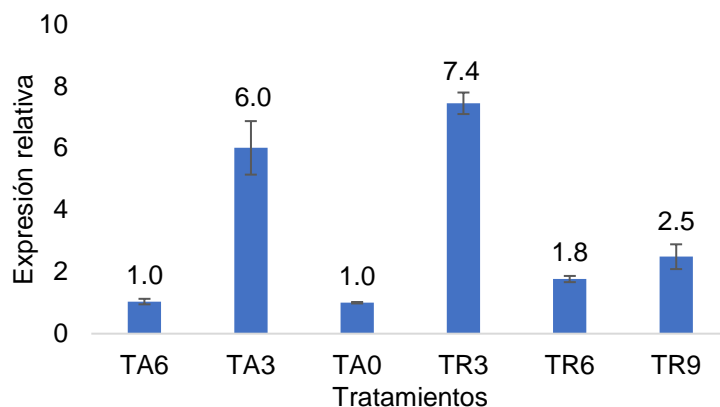


Figura 2. Expresión relativa del gen *PME1* en fruto de guanábana. TA: Temperatura ambiente, TR: Temperatura de refrigeración a 15°C. 0, 3, 6 y 9: días en almacenamiento, respectivamente.

Los cambios fisiológicos se presentan sin importar la condición de almacenamiento, pero si los días transcurridos, estando presente el mayor daño en condición de refrigeración como se observa en la figura 1 y a su vez uno de los principales problemas postcosecha presentes en frutos climatéricos conocido como daño por frío (Lucangeli y Murray, 2000). Martínez-González *et al.*, 2017a mencionan que cada proteína podría participar de manera específica en el ablandamiento y en los cambios de textura del fruto.

El análisis de varianza de la expresión del gen *PME1* en guanábana con dos factores se presenta en el cuadro 2. En dicho cuadro se observan diferencias significativas en factor temperatura y días transcurridos. Los resultados de la comparación de medias del factor día en el gen *PME1* con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) se presenta en el cuadro 3. La media del día 3 es estadísticamente diferente a las medias de los días 0, 6 y 9.

Cuadro 2. Análisis de varianza de la expresión del gen *PME1* en fruto de guanábana con dos factores.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
Temperatura	3.7	1	3.7	20.5	0.0006*
Día	106.3	3	35.4	194.5	<0.0001*
Error	2.4	13	0.2		
Total	115.6	17			

Cuadro 3. Pruebas de múltiples rangos de la expresión por día en el gen *PME1* Tukey ($p \leq 0.05$)

Día	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
0	1.6	0.3	a
3	6.7	0.2	b
6	1.4	0.2	a
9	1.9	0.3	a



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

En el análisis de varianza de la expresión de *PME1* por tratamiento se observaron diferencias significativas ($p < 0.0001$). En el cuadro 4 se presenta la comparación de medias de la expresión del gen *PME1* en los diferentes tratamientos. Los tratamientos TA0, TA6 y TR6 no presentan diferencias significativas, además TR6 y TR9 tampoco presentan diferencias, no obstante TA3 y TR3 presentaron diferencias con todos los tratamientos.

Cuadro 4. Comparación de medias de la expresión del gen *PME 1* en los tratamientos, con la prueba Tukey ($p \leq 0.05$)

Nivel	Media	Grupos homogéneos
TA0	1.0	a
TA3	6.0	c
TA6	1.0	a
TR3	7.4	d
TR6	1.8	ab
TR9	2.5	b

En la figura 3 se observa la curva típica de amplificación del gen *PL22* y el gen de referencia *ubiquitina* en el fruto de guanábana. Las líneas en color azul representan a *PL22* y en color rojo a *UBC*.

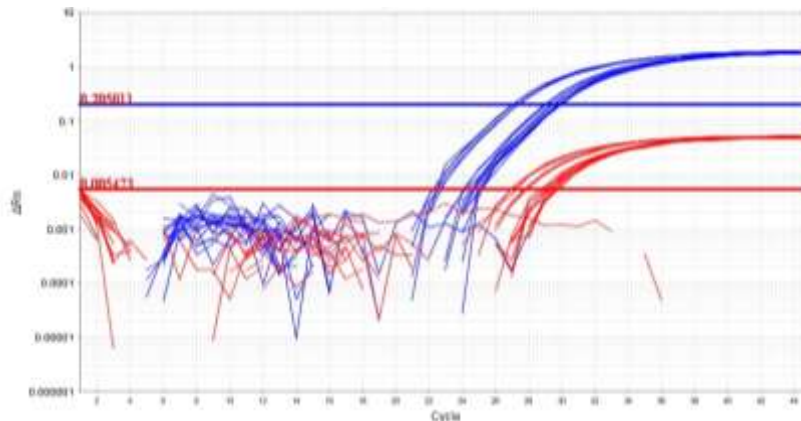


Figura 3. Amplificación del gen *PL22* y gen de referencia *ubiquitina* en fruto de guanábana.

En el cuadro 5 se observan los valores Ct de los genes *PL22* y *ubiquitina* y la cuantificación de la expresión de *PL22* en seis tratamientos de guanábana por el método relativo $\Delta\Delta Ct$. En este cuadro se presentan valores Ct de *PL22* entre 27.0 a 30.0 y de *ubiquitina* entre 27.0 a 29.7. En los tratamientos TA3 y TR3, los valores Ct de *PL22* son menores a los valores Ct de *ubiquitina*, esto indica que la expresión de *PL22* específicamente en estos tratamientos es mayor a la expresión del gen constitutivo de referencia *ubiquitina*.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

Cuadro 5. Resultados de la expresión génica obtenida con el método relativo $\Delta\Delta Ct$ de los genes *PL22* y gen de referencia *ubiquitina*.

Tratamiento	PL22 Ct	UBC Ct	ΔCt	$\Delta\Delta Ct$	$2^{-\Delta\Delta Ct}$	$2^{-\Delta\Delta Ct}$ (Promedio)
TA0	29.1	27.1	2.1	0.0	1.0	1.0
TA0	29.0	27.0	1.9	-0.1	1.0	
TA0	29.0	27.0	2.0	0.0	1.0	
TA3	27.0	27.7	-0.7	-2.7	6.4	6.8
TA3	27.0	27.7	-0.7	-2.7	6.5	
TA3	27.0	27.9	-0.9	-2.9	7.4	
TA6	29.9	29.3	0.6	-1.4	2.7	2.6
TA6	30.0	29.3	0.7	-1.4	2.6	
TA6	30.0	29.3	0.6	-1.4	2.6	
TR3	27.4	29.7	-2.3	-4.3	19.5	19.7
TR3	27.3	29.6	-2.3	-4.3	19.5	
TR3	27.3	29.7	-2.3	-4.3	20.3	
TR6	29.9	29.1	0.8	-1.2	2.3	2.2
TR6	29.9	29.1	0.8	-1.3	2.4	
TR6	29.7	28.7	1.0	-1.0	2.0	
TR9	29.4	29.3	0.1	-1.9	3.7	3.2
TR9	29.4	28.9	0.6	-1.5	2.8	
TR9	29.4	29.1	0.3	-1.7	3.2	

En la figura 4 se observa la expresión relativa del gen *PL22* en fruto de guanábana. La expresión de *PL22* es mayor al día tres y disminuye al día seis a TA y en refrigeración. No obstante, al día nueve de refrigeración la expresión vuelve a aumentar. La mayor expresión del gen *PL22* es en el tratamiento TR3. Lo que indica que adquiere alta actividad enzimática, aumentando la expresión y produce mayor cantidad de la enzima que comienza a degradar la pulpa del fruto y es por eso que produce pérdida de firmeza (Villalobos, 2019). La temperatura es uno de los factores más importantes en la conservación de calidad postcosecha en frutos climatéricos, no obstante, en el caso de guanábana a temperatura de refrigeración a 15°C no es consistente (Urbina-Sánchez, 2017).



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

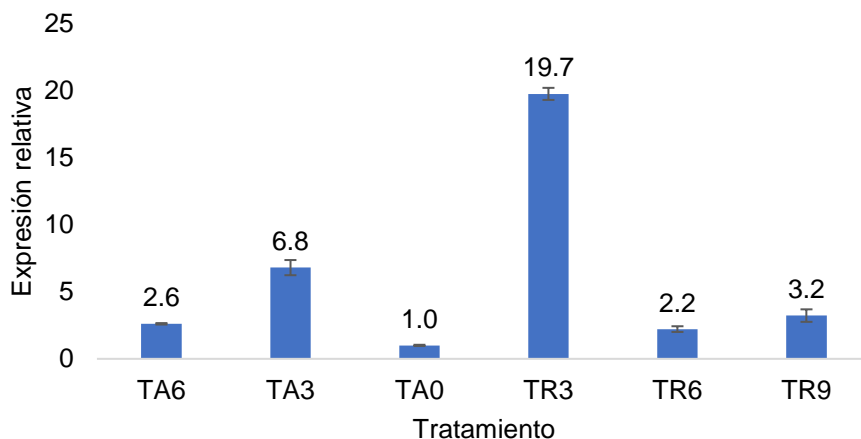


Figura 4. Expresión relativa del gen *PL22* en fruto de guanábana. TA: Temperatura ambiente, TR: Temperatura de refrigeración a 15°C. 0, 3, 6 y 9: días en almacenamiento, respectivamente.

El análisis de varianza de la expresión del gen *PL22* en guanábana con dos factores se presenta en el cuadro 6. En dicho cuadro se observan diferencias significativas en los factores temperatura y días transcurridos. Los resultados de la comparación de medias del factor día en el gen *PL22* con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) se presenta en el cuadro 7. La media del día 3 es estadísticamente diferente a las medias de los días 0, 6 y 9.

Cuadro 6. Análisis de varianza de la expresión en el gen *PL22* en fruto de guanábana con dos factores

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
Temperatura	119.0	1	119.0	11.4	0.0050*
Día	500.1	3	166.7	15.9	0.0001*
Error	136.2	13	10.5		
Total	746.3	17			

Cuadro 7. Pruebas de múltiples rangos para expresión por día en el gen *PL22* Tukey día ($p \leq 0.05$)

Día	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
0	4.1	2.1	a
3	13.3	1.3	b
6	2.4	1.3	a
9	0.1	2.1	a

En el análisis de varianza de la expresión de *PL22* por tratamiento se observaron diferencias significativas ($p < 0.0001$). En el cuadro 8 se presenta la comparación de medias de la expresión del gen *PL22* en los diferentes tratamientos. El tratamiento TA6 no presentó diferencias significativas con TR6 y TR9, y el resto de los tratamientos presentaron diferencias.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021

Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL

25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

Cuadro 8. Comparación de medias de la expresión del gen *PL22* en los tratamientos, con la prueba Tukey ($p \leq 0.05$)

Tratamiento	Media	Grupos homogéneos
TA0	1.0	a
TA3	6.8	d
TA6	2.6	bc
TR3	19.8	e
TR6	2.2	b
TR9	3.2	c

CONCLUSIONES

La expresión de los genes que codifican para las enzimas pectinesterasa 1 y pectato liasa 22 en fruto de guanábana fue mayor a los tres días de maduración a temperatura ambiente y en refrigeración y disminuyó en los siguientes días. En el presente trabajo se detectaron diferencias significativas en la expresión de los genes *PME1* y *PL22* en las condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente y en refrigeración a 15°C.

LITERATURA CITADA

- Aguilera, P., Ruiz-Tachiquín, M., Rocha-Munive, M.G., Pineda-Olvera, B., and Cháñez-Cárdenas, M.E. 2014. PCR en tiempo real. <https://docplayer.es/5275121-Pcr-en-tiempo-real-introduccion-175.html> (Consultado 15 de junio 2021).
- Betancourt-Arangüé, A. 2019. Agente causal de antracnosis en inflorescencias de guanábana (*Annona muricata* L.) en Nayarit, México y alternativas de control *in vitro*. Tesis De Maestría, Universidad Autónoma De Nayarit. México. 60 p.
- Cely, N.M. and García, N.M. 2020. Evaluación de la actividad enzimática de pectinasa obtenida de la pulpa de guanábana (*Annona muricata* L.) y chirimoya (*Annona cherimola* L.) y su aplicación en la extracción de jugo. Tesis, Universidad Nacional Abierta y a Distancia Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería. Bogotá. 103 p.
- Cuello, M., Jaramillo, G.K., Canchingre, E., Pérez, J.C., Castro, C., and Cabrera, O. 2017. Determinación de componentes nutricionales presentes en las hojas secas de *Annona muricata* L. (Guanábana). Cumbres, 3(1): 09-16.
- Giovannoni, J.J. 2004. Genetic regulation of fruit development and ripening. *The Plant Cell*, 16:170–180.
- Hernández, A., Martín-Vasallo P., Torres, A., and Salido, E. 1995. Análisis del RNA: Estudio de la expresión genética. *Nefrología*, 15(2): 1-117.
- King, K. 1990. Partial characterization of the *in situ* activity of pectinesterase in bramley apple. *International Journal of Food Science and Technology*, 25: 188-197.
- Lucangeli, C., and Murray, R. 2000. Daño por frío en la conservación refrigerada de frutas y hortalizas. Autor/es (biblioteca.org.ar) (consultado 13 de junio 2021).
- Martínez-González, M.E., Balois-Morales, R., Alía-Tejacal, I., Cortes-Cruz, M.A., Palomino-Hermosillo, Y.A., and López-Guzmán, G.G. 2017a. Poscosecha de frutos: maduración, ablandamiento y control transcripcional. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 19: 4089-4101.
- Martínez-González, M.E., Balois-Morales, R., Alía-Tejacal, I., Cortes-Cruz, M.A., Palomino-Hermosillo, Y.A., and López-Guzmán, G.G. 2017b. Poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 19: 4075-4087.
- Martínez-González, M.E. 2019. Análisis de expresión diferencial de genes durante la maduración del fruto de guanábana (*Annona muricata* L.) en manejo poscosecha. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Nayarit. 115 p.
- Márquez-Cardozo, C.J., Villacorta-Lozano, V., Yepes-Betancur, D.P., Ciro-Velásquez, H.J. and Cartagena-Valenzuela, J.R. 2012. Caracterización fisiológica y fisicoquímica del fruto de la



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL**
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

- guanábana (*Annona muricata* L. Cv. Elita). Facultad nacional de agronomía Medellín, 65: 6477-6486.
- Morales-Domínguez, J.F., Soria-Guerra, R.E., Alpuche-Solís, A.G., and Garcidueñas-Piña, C., 2013. Expresión de una α -expansina implicada en la maduración del fruto de guayaba (*Psidium Guajava* L.). *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 58; 5-11.
- Prieto, M. J. 2018. Evaluación del perfil de compuestos volátiles de guanábana (*Annona muricata* L.) para el desarrollo de bases aromáticas con la aplicación en la industria de alimentos. Tesis De Maestría, Universidad Nacional De Colombia, Ciencias Agrarias Bogotá, Colombia. 98 p.
- SADER. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. 2020. [Guanábana, dulce milagro tropical | Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural | Gobierno | gob.mx \(www.gob.mx\)](#) (Consultado 4 junio 2021).
- Uluisk, S., and Seymour, G.B. 2019. Pectate Lyases: Their role in plants and importance in fruit ripening. *Food Chemistry*, 309: 125559.
- Urbina-Sánchez, E. 2017. Cambios químicos en la maduración. Universidad autónoma del estado de México. [cambios químicos en maduración de vegetales \(uaemex.mx\)](#) (Consultado 10 junio 2021).
- Valasek, M.A., and Repa, J.J. 2005. The power of real-time PCR. *Advances in Physiology Education*, 29: 151-159.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**CONSERVACIÓN *IN VITRO* DE AJO (*ALLIUM SATIVUM* L.) VARIEDAD PEBECO MEDIANTE
CRECIMIENTO MÍNIMO**

***IN VITRO* CONSERVATION OF GARLIC (*ALLIUM SATIVUM* L.) PEBECO VARIETY THROUGH
MINIMAL GROWTH**

¹Tirado Pérez B; ²Sandoval Cancino G; ²Zelaya Molina LX; ²Cruz Cárdenas CI.

¹Universidad de Guadalajara (UdeG) Centro Universitario de los Altos, Av. Rafael Casillas Aceves
1200, C.P. 47600 Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.

²Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) INIFAP Av. Boulevard de la Biodiversidad 400, C.P.
47600, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.

Autor para correspondencia: sandoval.gabriela@inifap.com.gob.mx

RESUMEN

El ajo (*Allium sativum* L.) es una planta cuyos bulbos tienen sustancias con gran potencial en agricultura y medicina. México es uno de los principales productores de ajo en América, no obstante, la planta de ajo es afectada por factores bióticos y abióticos en campo y poscosecha. Una estrategia para preservar el germoplasma de ajo a mediano plazo es mediante el crecimiento mínimo en cultivo *in vitro*. Mediante esta técnica se han conservado diferentes variedades de ajo, no obstante, existen variedades de ajo obtenidas del programa de mejoramiento genético del INIFAP que no están conservadas *in vitro* y, por lo tanto, es necesaria su preservación. El objetivo del presente trabajo de investigación fue la conservación *in vitro* de ajo (*Allium sativum* L.) variedad Pebeco mediante crecimiento mínimo. Los bulbos de ajo de la variedad Pebeco se colocaron en crecimiento mínimo en seis medios de cultivo a 25, 18 y 5°C mediante un diseño aleatorizado con seis repeticiones. Se evaluó la sobrevivencia, la contaminación y longitud de los explantes a 30 y 365 días de cultivo. Se realizó el análisis de varianza y la comparación de medias por el método de mínimos cuadrados con la prueba Tukey. Se realizó la conservación *in vitro* de ajo de la variedad Pebeco de manera óptima durante un año mediante crecimiento mínimo a 5°C en medio de cultivo basal MS con sacarosa y sorbitol.

Palabras clave: *Allium sativum* L., cultivo *in vitro*, conservación, germoplasma, agentes osmóticos.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad 30 cultivos, incluido el ajo (*Allium sativum* L.), proveen el 95% de las necesidades agroalimentarias en el mundo (FAO, 2021). La preservación de los recursos fitogenéticos es indispensable para garantizar el bienestar de la población mundial con necesidades agroalimentarias cada vez mayores (Khoury *et al.*, 2014).

El ajo es una planta monocotiledónea con centro de origen en Asia central y cuyos bulbos se utilizan para condimentar alimentos (Sharma *et al.*, 2018). El bulbo de ajo contiene organosulfurados, flavonoles, saponinas y sapogeninas, sustancias con gran potencial en medicina y agricultura (Magryś *et al.*, 2021; Wang *et al.*, 2019). Los principales productores de ajo en 2019 fueron China, Estados Unidos, Egipto, Corea, Rusia e India y, en América, fueron Estados Unidos, Argentina, Brasil, Perú, México y Guatemala (FAO, 2021). En el mismo año, en México los principales productores de ajo fueron Zacatecas, Guanajuato, Sonora y Puebla (SIAP, 2021).

Existen 910 variedades de ajo registradas en la base de datos PLUTO de la UPOV las cuales son cultivadas en 35 países (UPOV, 2021). No obstante, algunas variedades están conservadas únicamente en campo y, por lo tanto, se encuentran en riesgo de pérdida debido a factores bióticos y abióticos, incluso durante la poscosecha (Mishra *et al.*, 2014). En este sentido, es indispensable garantizar la biocustodia de los recursos genéticos vegetales para la seguridad agroalimentaria (Sharrock *et al.*,



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

2018). La variedad mexicana Pebeco, obtenida a partir de la variedad Taiwán, tiene un rendimiento comercial promedio de 19 t ha⁻¹ (Heredia-García, 2007).

Una forma de preservar la diversidad genética de ajo y de otras especies vegetales es por medio del cultivo *in vitro* (Gulati, 2018). El cultivo *in vitro* de plantas es un conjunto de técnicas que posibilitan el crecimiento de células, tejidos y órganos en medios de cultivo asépticos en condiciones controladas (Oseni *et al.*, 2018).

El crecimiento mínimo es una técnica de cultivo *in vitro* utilizada para la conservación de plantas a mediano plazo, desde algunos meses hasta más de un año de acuerdo con la especie (Panis *et al.*, 2020). El crecimiento vegetal es disminuido por medio de factores químicos y físicos. Algunos de estos factores son disminución de nutrientes en el medio de cultivo, adición de agentes osmóticos, retardantes del crecimiento, aceites minerales, incubación a baja temperatura, baja intensidad lumínica y fotoperíodo con menor horas luz (de Lacerda *et al.*, 2021).

La conservación *in vitro* mediante crecimiento mínimo se ha realizado en diferentes especies mediante protocolos específicos para cada una y aún para cada genotipo debido a la diversidad genética (Engelmann, 2011). Con relación a ajo, Benke *et al.* (2018) reportaron 70% de sobrevivencia en la variedad Bhima a los cinco meses de conservación en medio de cultivo suplementado con sacarosa (68.46 g L⁻¹) y sorbitol (36.43 g L⁻¹). Asimismo, Pardo *et al.* (2014) obtuvieron 73% de sobrevivencia en el clon Boconó a los siete meses de conservación en medio de cultivo Murashige y Skoog (MS) (Murashige y Skoog, 1962) al 0.25% y sacarosa (45 g L⁻¹). Ambas investigaciones fueron realizadas en condiciones estándar de luz y temperatura (fotoperíodo de 16 h luz, 25 µm m⁻² s⁻¹ y 25±1°C). Por otro lado, Hassan *et al.* (2007) conservaron las variedades Balady y Seds 40 durante 15 meses a 4°C en oscuridad en medio de cultivo con sorbitol (72.87 g L⁻¹). La sobrevivencia fue del 35.7% y del 90% en cada variedad, respectivamente.

Diferentes variedades de ajo y de sus parientes silvestres están conservadas a mediano y largo plazo (Ruta *et al.*, 2020). No obstante, existen variedades de importancia agroalimentaria en México que no están conservadas *in vitro* y, por lo tanto, es necesaria su preservación. El objetivo del presente trabajo fue la conservación *in vitro* de ajo (*Allium sativum* L.) variedad Pebeco mediante crecimiento mínimo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el Laboratorio Agrícola-Forestal, Sección Conservación *In vitro* y Criopreservación de Tejido Vegetal, del Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP, ubicado en Boulevard de la Biodiversidad No. 400, en Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.

Material vegetal

Se utilizaron bulbos sanos de ajo de la variedad Pebeco los cuales fueron colectados de accesiones establecidas en campo en el Banco de Germoplasma del Campo Experimental Bajío-INIFAP, carretera Celaya San Miguel de Allende Km 6.5, 38010 Celaya, Guanajuato, México.

Establecimiento *in vitro*

Los bulbos de ajo se lavaron con agua y detergente comercial y se colocaron en una solución fungicida (1 mL L⁻¹, Bravo 720®, Syngenta) durante 20 minutos con agitación constante. Posteriormente, se realizaron tres enjuagues a los bulbos con agua bidestilada y se colocaron en una solución fungicida-bactericida (6.25 g L⁻¹, Agri-Mycin®500, Zoetis Inc.) durante 10 minutos en bomba de vacío (GAST HP 1/6, Voltaje 115, RPM 1725, Hz 60, Marathon SA LR39793) y después en agitación constante durante 10 minutos. Posteriormente, en campana de flujo laminar (Veeco), los bulbos se lavaron tres veces con agua bidestilada esterilizada y se desinfectaron con etanol al 70% (v/v) durante un minuto y con una solución de Cloralex al 30% (ingrediente activo 5.4% de NaClO) durante 20 minutos. Después, los bulbos se lavaron tres veces con agua bidestilada esterilizada y se cortaron explantes de un tamaño de



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

15 mm de longitud y 10 mm de diámetro. Los explantes se sembraron individualmente en tubos de ensayo (150 x 20 mm) con 5 mL de medio de cultivo MS basal (4.43 g L⁻¹), sacarosa (30 g L⁻¹), pH 5.8 y agar (9 g L⁻¹), previamente esterilizado en autoclave. Las condiciones de incubación fueron 25±1°C, densidad de flujo de fotones fotosintéticos de 25 µm m⁻² s⁻¹ y fotoperíodo de 16 h luz durante siete días.

Crecimiento mínimo

Las plantas de ajo *in vitro* asépticas se cortaron de la base del tallo a un tamaño de 10 mm de longitud y 5 mm de diámetro y se sembraron en seis medios de cultivo adicionados con diferentes concentraciones de sacarosa, sorbitol, manitol y las sales basales MS (Murashige y Skoog, 1962) y BDS (Dunstan y Short, 1977), pH de 5.8 y agar (9 g L⁻¹) (Cuadro 1). Las condiciones de incubación fueron 25±1°C, 18±1°C y 5±1°C, densidad de flujo de fotones fotosintéticos de 25 µm m⁻² s⁻¹ y fotoperíodo de 16 h luz durante 365 días.

Cuadro 1. Medios de cultivo utilizados para crecimiento mínimo de ajo

Medio de cultivo	Manitol (g L ⁻¹)	Sacarosa (g L ⁻¹)	Sorbitol (g L ⁻¹)
M1: BDS (100%)	0	100	0
M2: MS (0.25%)	0	45	0
M3: MS (100%)	15	15	0
M4: MS (100%)	0	0	72.868
M5: MS (100%)	0	68.46	36.434
M6: MS (100%) (testigo)	0	30	0

MS: Murashige y Skoog, 1962; BDS: Dunstan y Short, 1977

Variables de respuesta

Se midió longitud, sobrevivencia y contaminación por bacterias en los explantes a 30 y 365 días. La longitud de los explantes se midió con un vernier digital y la contaminación por bacterias se evaluó de manera visual como la formación de colonias amarillas, blancas, rojas y cremosas. La sobrevivencia de los explantes se evaluó de manera visual en la cual se consideraron explantes vivos aquellos con hojas verdes total o parcialmente desde la base del tallo y que no presentaron oxidación total o necrosis. Los explantes contaminados y vivos fueron incluidos en las evaluaciones y los explantes contaminados y muertos fueron excluidos.

Diseño experimental

El experimento se realizó mediante un diseño aleatorizado y la unidad experimental fue un explante en un tubo de ensayo con medio de cultivo. Se evaluaron seis medios de cultivo por cada temperatura de incubación con seis repeticiones cada uno. La unidad experimental correspondió a un meristemo dentro de un segmento de tallo de 10 mm y 5 mm de diámetro en un tubo de ensayo.

Análisis estadístico

Se realizó el análisis de varianza de las variables y la comparación de medias por el método de mínimos cuadrados con la prueba Tukey ($\alpha=0.05$) con el software de análisis de datos estadístico y gráfico Statgraphics XV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En sobrevivencia, se observaron diferencias significativas en temperatura en todos los tiempos de cultivo ($p \leq 0.05$) (Cuadro 2). A 365 días se observó mayor sobrevivencia a 5°C (75%). El frío es uno de los principales factores para disminuir el metabolismo vegetal (Nievola *et al.*, 2017). Por lo tanto, la incubación de los explantes a 5°C permitió extender el tiempo de conservación a 365 días en ajo de la variedad Pebeco el cual es mayor a lo reportado por Benke *et al.* (2018) quienes conservaron ajo de la variedad Bhima durante cinco meses y obtuvieron similar sobrevivencia con el mismo medio de cultivo (M5) en condiciones estándar de incubación.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

En medio de cultivo también se observaron diferencias significativas en sobrevivencia a 30 y 365 días ($p \leq 0.05$) (Cuadro 2). A 365 días la sobrevivencia fue mayor en medio de cultivo M5 (72%) formulado con medio basal MS, sacarosa y sorbitol. Estos azúcares son utilizados como agentes de estrés osmótico (Mawia *et al.*, 2020). El estrés osmótico afecta la división celular, la morfogénesis y la sobrevivencia (Sotiropoulos *et al.*, 2006).

Cuadro 2. Análisis de medias de mínimos cuadrados de la sobrevivencia (%), longitud (mm) y contaminación (%) de ajo variedad Pebeco en dos mediciones.

	Sobrevivencia (%)		Contaminación (%)		Longitud (mm)	
	30 días	365 días	30 días	365 días	30 días	365 días
5°C	97 b	75 b	19 a	34 a	21.08 a	108.02 a
18°C	100 b	31 a	14 a	96 b	59.10 b	96.84 a
25°C	83 a	22 a	33 a	81 b	58.50 b	95.77 a
M1	100 b	33 ab	28 a	73 ab	40.37 abc	68.17 a
M2	100 b	28 a	11 a	89 b	48.66 abc	77.08 a
M3	94 ab	22 a	22 a	80 ab	37.45 ab	105.97 ab
M4	89 ab	50 ab	11 a	36 a	31.60 a	122.48 b
M5	100 b	72 b	28 a	70 ab	61.80 c	116.03 b
M6	78 a	50 ab	33 a	73 ab	57.47 bc	111.52 ab

Valores con letras iguales por columna entre cada factor no presentan diferencia significativa (Tukey $p \leq 0.05$); M: Medio de cultivo (Cuadro 1).

En contaminación, se observaron diferencias significativas en temperatura a 365 días ($p \leq 0.05$). A 365 días se observó mayor contaminación de los explantes a 18 y 25°C que a 5°C (Cuadro 2). Uno de los principales obstáculos en el cultivo *in vitro* es la contaminación endógena de los explantes (Singh, 2018). Los microorganismos endófitos colonizan los tejidos vasculares de las plantas y en algunos casos sobreviven a la desinfección química superficial (Ray y Ali, 2016). Por lo tanto, la presencia de bacterias en las etapas iniciales del cultivo *in vitro* es frecuente e incluso durante la multiplicación y la aclimatación (Orlikowska *et al.*, 2017).

Por otra parte, la mayor contaminación de los explantes a 18 y 25°C podría ser atribuida a que el rango de temperatura óptimo para el desarrollo de la planta de ajo es de 12 a 24°C (Diriba-Schiferaw, 2016). A 365 días se observó mayor contaminación de los explantes en el M2 adicionado con medio MS (25%) y sacarosa (45 g L⁻¹). Por el contrario, se observó menor contaminación en el M4 adicionado con medio MS y sorbitol (Cuadro 2). Con respecto al medio de cultivo, la sacarosa es la principal fuente de carbono en plantas *in vitro* (Pitekellabou *et al.*, 2015). No obstante, en las bacterias, los operones de sacarosa se expresan en presencia de sacarosa cuando se agotan otras fuentes de carbono predilectas (Reid y Abratt, 2005). Por otro lado, la sobrevivencia de los explantes contaminados en la presente investigación podría deberse a que a partir de bulbos de ajo se han aislado bacterias con actividad antifúngica (Wang *et al.*, 2019; Zelaya-Molina, *et al.*, 2020a), antimicrobiana y promotora del crecimiento vegetal *in vitro* (Costa Júnior *et al.*, 2020; Zelaya-Molina, *et al.*, 2020b).

En longitud, se observaron diferencias significativas en temperatura a 30 días ($p \leq 0.05$). En medio de cultivo también se observaron diferencias significativas en esta variable en todos los tiempos de cultivo ($p \leq 0.05$). A 365 días la longitud de los explantes fue menor en M1 y M2 adicionados con 100 y 45 g L⁻¹ de sacarosa, respectivamente (Cuadro 2). Por el contrario, se observó mayor crecimiento en M4 con 72.868 g L⁻¹ de sorbitol y M5 con 68.46 g L⁻¹ de sacarosa y 36.43 g L⁻¹ de sorbitol. Estos resultados difieren de lo reportado por Gelmesa *et al.* (2017) quienes observaron que 36.43 g L⁻¹ de sorbitol redujo el crecimiento en diferentes grados en tres genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) *in vitro*. La tolerancia de las plantas al sorbitol ha sido asociada a un aumento significativo en la concentración de prolina intracelular (Bündig *et al.*, 2016).



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

Otros factores que influyen en el crecimiento y sobrevivencia durante el cultivo *in vitro* son el tipo de explante, el estado fenológico, el tamaño y volumen del recipiente de cultivo y el volumen de medio de cultivo utilizado (Niino y Arizaga, 2015). En la Figura 1 se observa el crecimiento mínimo de ajo variedad Pebecco en tres temperaturas y seis medios de cultivos diferentes a los 30 y 365 días de cultivo *in vitro*.

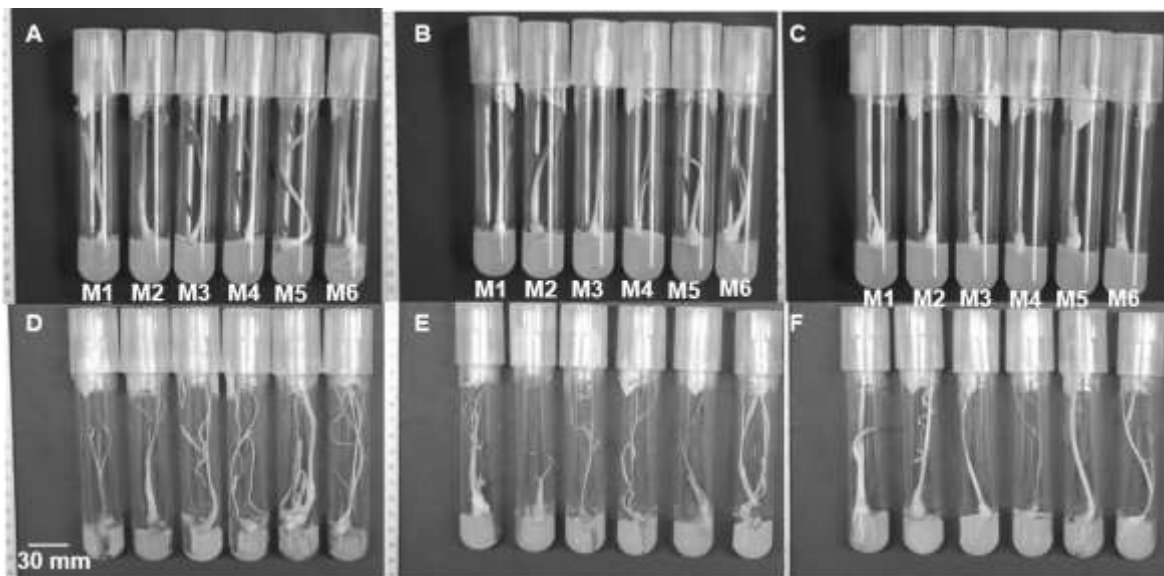


Figura 1. Crecimiento mínimo de ajo variedad Pebecco. A) 25°C, 30 días de cultivo *in vitro*; B) 18°C, 30 días de cultivo *in vitro*; C) 5°C, 30 días de cultivo *in vitro*; D) 25°C, 365 días de cultivo *in vitro*; E) 18°C, 365 días de cultivo *in vitro*; F) 5°C, 365 días de cultivo *in vitro*. M1: BDS, 100 g L⁻¹ sacarosa; M2: MS (25%), 45 L⁻¹ sacarosa; M3: MS, 15 g L⁻¹ manitol, 15 g L⁻¹ sacarosa, M4: MS, 72.868 g L⁻¹ sorbitol; M5: MS, 68.46 g L⁻¹ sacarosa, 36.434 g L⁻¹ sorbitol; M6: MS, 30 g L⁻¹ sacarosa.

CONCLUSIONES

La variedad de ajo Pebecco fue conservada *in vitro* de manera óptima durante un año mediante crecimiento mínimo a 5°C en medio de cultivo basal MS con sacarosa y sorbitol. Se recomienda realizar tratamientos de desinfección adicionales durante el establecimiento *in vitro* para disminuir la contaminación endógena.

LITERATURA CITADA

- Benke, A., Kuldip, Shelke P., Singh, M. 2018. Slow growth *in vitro* conservation studies in garlic. J Allium Res, 1(1): 98–101.
- Bündig, C., Vu, T.H., Meise, P., Seddig, S., Schum, A., Winkelmann, T. 2017. Variability in osmotic stress tolerance of starch potato genotypes (*Solanum tuberosum* L.) as revealed by an *in vitro* screening: role of proline, osmotic adjustment and drought response in pot trials. J Agron Crop Sci, 203(3):206–18.
- Costa Júnior, P.S.P., Cardoso, F.P., Martins, A.D., Teixeira, Buttrós, V.H.T., Pasqual, M., Dias, D.R., et al. 2020. Endophytic bacteria of garlic roots promote growth of micropropagated meristems. Microbiol Res, 241.
- de Lacerda, L.F., Gomes, H.T., Bartos, P.M.C., Vasconcelos, J.M., Vasconcelos-Filho, S.C., Silva-Cardoso, I.M.A. et al. 2021. Growth, anatomy and histochemistry of fast growing species under *in vitro* conservation through mineral oil and low-temperature combination. Plant Cell Tiss Organ Cult.;144:143–156.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

- Diriba-Shiferaw, G. 2016. Review of management strategies of constraints in garlic (*Allium sativum* L.) production. *J Agric Sci*, 11(3):186–207.
- Dunstan, D.I., Short, K.C. 1977. Improvement growth of tissue cultures of the onion *Allium cepa*. *Physiol Plant*, 41:70–72.
- Engelmann, F. 2011. Use of biotechnologies for the conservation of plant biodiversity. *In Vitro Cell Dev Biol Plant*, 47: 5–16.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2021. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC> (Consultado el 6 de mayo de 2021).
- Gelmesa, D., Dechassa, N., Mohammed, W., Gebre, E., Monneveux, P., Bündig, C., *et al.* 2017. *In vitro* screening of potato genotypes for osmotic stress tolerance. *Open Agric*, 2(1):308–16.
- Gulati, R. 2018. Strategies for sustaining plant germplasm evaluation and conservation a review. *Res J Life Sci Bioinformatics, Pharm Chem Sci*, 4(5): 313–320.
- Hassan, N.A., El-awady, A.A., Gaber, A., El-awady, M., Khalaf, A. 2007. Slow-growth *in vitro* conservation of garlic cultivars grow in Egypt: chemical characterization and molecular evaluation. *Glob J Mol Sci*, 2(2):67–75.
- Heredia-García, E. 2007. Variedades de ajo. Desplegable Técnica No. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, INIFAP, México.
- Khoury, C., Laliberté, B., Guarino, L. 2014. Trends in *ex situ* conservation of plant genetic resources: a review of global crop and regional conservation strategies. *Genet Resour Crop Evol*, 57: 625–639.
- Magryś, A., Olender, A., Tchórzewska, D. 2021. Antibacterial properties of *Allium sativum* L. against the most emerging multidrug-resistant bacteria and its synergy with antibiotics. *Arch Microbiol*, 203(5): 2257–2268.
- Mawia, R.S., Saleem, H.Z., Fahed, B., Ayman, S.O. 2020. Impact of sorbitol- induced osmotic stress on some biochemical traits of potato *in vitro*. *Iraqi J Agric Sci*, 51(4):1038–47.
- Murashige, T., Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant*, 15(3):473–497.
- Nievola, C.C., Carvalho, C.P., Carvalho, V., Rodrigues, E. 2017. Rapid responses of plants to temperature changes. *Temperature*, 4(4):371–405.
- Niino, T., Arizaga, M.V. 2015. Cryopreservation for preservation of potato genetic resources. *Breed Sci*, 65:41–42.
- Orlikowska, T., Nowak, K., Reed, B. 2017. Bacteria in the plant tissue culture environment. *Plant Cell Tissue Organ Cult*, 128(3):487–508.
- Oseni, O.M., Pande, V., Nailwal, T.K. 2018. Review on plant tissue culture, a technique for propagation and conservation of endangered plant species. *Int J Curr Microbiol App Sci*, 7(7): 3778–3786.
- Panis, B., Nagel, M., den Houwe, I.V. 2020. Challenges and prospects for the conservation of crop genetic resources in field genebanks, in *in vitro* collections and/or in liquid nitrogen. *Plants*, 9(12): 1–22.
- Pardo, A., Rivero, S., Alvarado, G. 2014. Conservación *in vitro* de microbulbos de ajo (*Allium sativum* L.). *Bioagro*, 25(2): 115–122.
- Pitekelabou, R., Aïdam, A.V., Kokou, K. 2015. Influence of various carbohydrates on the *in vitro* micropropagation of *Nauclea diderrichii* (De Wild T. Durand) Merrill, an endangered forest species in Togo. *African J Biotechnol*, 14(15):1283–9.
- Ray, S.S. y Ali, N. 2016. Biotic contamination and possible ways of sterilization: a review with reference to bamboo micropropagation. *Braz Arch Biol Technol*, 59:1–12.
- Reid, S.J., Abratt, V.R. 2005. Sucrose utilisation in bacteria: genetic organisation and regulation. *Appl Microbiol Biotechnol*, 67(3):312–21.
- Ruta, C., Lambardi, M., Ozudogru, E.A. 2020. Biobanking of vegetable genetic resources by *in vitro* conservation and cryopreservation. *Biodivers Conserv*, 29:3495–3532.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario estadístico de la producción agrícola. 2021. http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap/icultivo/index.jsp 2021. (Consultado el 6 de mayo de 2021).
- Sharma, V.R., Malik, S., Kumar, M., Sirohi, A. 2018. Morphological classification of genetic diversity of garlic (*Allium sativum* L.) germplasm for bulb and yield-related traits using principal component analysis. *Int J Curr Microbiol Appl Sci*, 7(06): 2016–2222.
- Sharrock, S., Hoft, R., de Souza Dias, B.F. 2018. An overview of recent progress in the implementation of the Global Strategy for Plant Conservation—a global perspective. *Rodriguesia*, 69(4): 1489–1511.
- Singh, C.R. 2018. Review on problems and its remedy in plant tissue culture. *Asian J Biol Sci*, 11(4):165–72.
- Sotiropoulos, T.E., Molassiotis, A.N., Mouhtaridou, G.I. 2006. Sucrose and sorbitol effects on shoot growth and proliferation *in vitro*, nutritional status and peroxidase and catalase isoenzymes of M 9 and MM 106 apple (*Malus domestica* Borkh.) rootstocks. *Eur J Hort Sci*, 71(3):114–119.
- UPOV. Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales. 2021. <https://www3.wipo.int/pluto/user/es/index.jsp> (Consultado el 6 de mayo de 2021).
- Wang, J., Shi, L., Wang, D., Li, L., Loake, G.J., Yang, X., *et al.* 2019. White rot disease protection and growth promotion of garlic (*Allium sativum*) by endophytic bacteria. *Plant Pathol*, 68(8):1543–54.
- Wang, Y., Wei, K., Han, X., Zhao, D., Zheng, Y., Chao, J., *et al.* 2019. The antifungal effect of garlic essential oil on *Phytophthora nicotianae* and the inhibitory component involved. *Biomolecules*, 9(10): 1–12.
- Zelaya-Molina, L. X., Sandoval-Cancino G., Guerra-Camacho J.E., Chávez-Díaz I.F., Arteaga-Garibay R.I. y Heredia-García E. 2020a. Inhibición de *Fusarium* sp. y *Penicillium* sp. asociadas a la pudrición y marchitez de bulbos de ajo por cepas de *Pseudomonas*. In: Memorias del II Congreso Internacional en Ciencias Agronómicas y Veterinarias. Retos y Experiencias para lograr la Soberanía Alimentaria y Sustentabilidad, Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. pp. 167-169.
- Zelaya-Molina L. X., Sandoval-Cancino G., Díaz-Chávez F. I., Arteaga-Garibay R. I. y Cruz-Cárdenas C. I. 2020b. Selección de bacterias promotoras de crecimiento vegetal en diferentes variedades de ajo. In: Memoria de XXXII Semana Internacional de Agronomía, Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Venecia, Durango, México. pp. 1323-1329.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

**EXPRESIÓN GÉNICA DE P-GLICOPROTEÍNA ASOCIADA A RESISTENCIA A IVERMECTINA
ENTRE EL ESTADIO L₄ DE *Haemonchus contortus* DESARROLLADO *IN VIVO* E *IN VITRO***

**GENE EXPRESSION OF P-GLYCOPROTEIN ASSOCIATED TO IVERMECTIN RESISTANCE IN L₄
STAGE OF *Haemonchus contortus* DEVELOPED *IN VIVO* AND *IN VITRO***

**Meléndez Rosas XK¹; Reyes Guerrero DE^{1*}; Maza Lopez J¹; López Arellano ME¹; Olmedo Juárez
A; Mendoza de Gives Pedro¹**

¹Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Salud Animal e Inocuidad, INIFAP. Carretera
Federal Cuernavaca-Cuautla 8534, Progreso, C.P. 62550 Jiutepec, Morelos, México
Autor para correspondencia: reyes.david@inifap.gob.mx; de.reyes.guerrero@hotmail.com

RESUMEN

El nematodo parásito *Haemonchus contortus* causa daño en la salud de los pequeños rumiantes y afecta la producción debido a su alta prevalencia y sus hábitos hematófagos e histiófagos, lo que puede causar la muerte del hospedero. El control de estas parasitosis se basa en antihelmínticos sintéticos, pero el uso excesivo ha provocado el desarrollo de resistencia antihelmíntica (RA). El objetivo del presente trabajo fue comparar el desarrollo de *H. contortus* L₄ *in vitro* e *in vivo* con base en su morfometría y niveles de RNAm de genes del transportador de membrana, P-glicoproteína (P-gp). Se analizaron dos aislados de *H. contortus*, resistente y susceptible a ivermectina (IVM), obtenidos de campo. A partir de larvas infectantes (L₃) se llevó a cabo el desarrollo de *H. contortus* *in vitro* en medio Hank's suplementado. Así mismo, se infectaron jerbos de Mongolia (*Meriones unguiculatus*) para el desarrollo a L₄. Larvas obtenidas de ambos desarrollos (n = 50), se caracterizaron morfométricamente. A partir de las L₄ desarrolladas, se analizó la expresión relativa de 10 genes *P-gp* de ambos aislados de *H. contortus*. Se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) de longitud entre L₄ *in vivo* e *in vitro*. El análisis de expresión resultó en incremento de la expresión relativa en la mayoría de los genes evaluados ($p \leq 0.05$) en ambos aislados de *H. contortus* L₄, *in vivo*, respecto a L₄, *in vitro*. Se observaron diferencias en la regulación de la expresión de los transcritos de P-gp's entre modelos, encontrándose que en el aislado resistente hay sub-regulación de los mismos y en el modelo *in vitro* ocurre lo contrario. Los resultados sugieren la diferencia entre larvas cultivadas *in vitro* e *in vivo*, teniendo como modelo al jerbo. La expresión de P-gp podría estar relacionada a RA, sin embargo, se requiere analizar a nivel de mutaciones para confirmar su relación.

Palabras clave: *Expresión génica; Resistencia a ivermectina, P-glicoproteínas; Haemonchus contortus*



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

EXPRESIÓN DE LOS GENES *EDR1* Y *PME2* EN LA MADURACIÓN DE LA GUANÁBANA (*Annona muricata* L.)

EXPRESSION OF *EDR1* AND *PME2* GENE DURING RIPENING OF SOURSUP (*Annona muricata* L.)

¹Guzmán L.F., ²Cortés Cruz M.A., ¹Aragón Magadán M.A., ¹Cruz Cárdenas C.I., ¹Sandoval Cancino G.

¹Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) del INIFAP. Blvd. de la Biodiversidad 400, Col. Rancho las Cruces, C.P. 47600. Tepatitlán de Morelos Jalisco, México.

²Centro de Investigación Regional Pacífico Centro (CIRPAC) del INIFAP. Dirección de Investigación. Int. Parque los Colomos S/N, C.P.44630. Guadalajara Jalisco, México.

*Autor para correspondencia: guzman.luis@inifap.gob.mx

RESUMEN

La maduración de la guanábana (*Annona muricata* L.) produce cambios en el color, sabor, aroma y firmeza del fruto. Estos cambios son debidos a la producción de etileno, actividad respiratoria, contenido de sólidos solubles totales, azúcares, almidón, compuestos volátiles y acidez. En el caso del etileno se une a receptores en la membrana celular, modifica la permeabilidad y altera la firmeza del fruto. El gen *EDR1* codifica para una proteína que es un receptor de etileno en la membrana celular. Por otra parte, las pectinesterasas son enzimas que hidrolizan los enlaces éster metílico de los grupos carboxílico, se libera metanol y se produce ácido poligalacturónico, a partir de pectina. El gen *PME2* codifica para la enzima pectinesterasa isoforma 2. El objetivo del presente trabajo fue determinar la expresión de los genes *EDR1* y *PME2* en fruto de guanábana a temperatura ambiente y en refrigeración durante la maduración. La expresión de los genes *EDR1* y *PME2* en fruto de guanábana se analizó por qPCR con sondas marcadas por fluorescencia y las diferencias se determinaron por análisis de varianza y comparación de medias con la prueba Tukey ($p \leq 0.05$). La expresión de *EDR1* a temperatura ambiente y refrigeración a 3, 6 y 9 días fue menor al tratamiento control a temperatura ambiente en 0 días ($p < 0.05$) mientras, la expresión de *PME2* en los tratamientos a temperatura ambiente a 3 y 6 días fue menor al control, pero, en refrigeración fue mayor en 3 y 6 días respecto al control. En fruto de guanábana, la expresión de los genes *EDR1* y *PME2* es diferente en refrigeración y temperatura ambiente. Los resultados del presente trabajo servirán para comprender de mejor manera el proceso de maduración de la guanábana a nivel molecular y utilizarlos en programas de mejoramiento genético.

Palabras clave: Etileno respuesta, Pectinesterasa, ubiquitina, cuantificación por $\Delta\Delta Ct$, qPCR.

INTRODUCCIÓN

La guanábana (*Annona muricata* L.) es un fruto tropical de la familia Annonaceae con centro de origen en Brasil y Colombia (De Queiroz y Medrado, 1994). Entre más de 70 especies del género *Annona*, la guanábana es la más cultivada y se utiliza en la alimentación y con fines medicinales (Gavamukulya *et al.*, 2017). El principal país productor de guanábana es México seguido de Venezuela, Brasil y Costa Rica (Reyes-Montero *et al.*, 2018), no obstante, estadísticas oficiales acerca de la producción y comercialización no están disponibles en las bases de datos del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) en México y de la FAO (FAOSTAT) a nivel internacional.

La cosecha del fruto de guanábana se debe realizar cuando se alcanza la madurez fisiológica. En caso de cosechar antes no se logra la correcta maduración y el fruto presenta sabor amargo y cuando madura en el árbol, la calidad disminuye por la ocurrencia de daños (Jiménez-Zurita *et al.*, 2017). Los cambios en el fruto relacionados con la maduración incluyen la alteración del color, sabor, aroma y firmeza, los cuales ocurren en un periodo corto de cinco días a temperatura ambiente, debido a una actividad metabólica elevada (Coêlho de Lima y Alves, 2011).



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Derivado de la producción de etileno, actividad respiratoria, contenido de sólidos solubles totales, azúcares, almidón, compuestos volátiles y acidez, la guanábana experimenta cierto deterioro del fruto (Berumen-Varela *et al.*, 2019; Coêlho de Lima y Alves, 2011). El deterioro y decremento de la calidad de la fruta es causado por características intrínsecas y las condiciones de almacenamiento (Balas *et al.*, 2019). De tal manera que la comercialización del producto puede ser afectada (Berumen-Varela *et al.*, 2020a; Balas *et al.*, 2019) y, por lo tanto, es necesario prolongar la vida útil y de anaquel a través de programas de mejoramiento genético asistido con marcadores moleculares y selección que conduzca a una maduración óptima (Tiencheu *et al.*, 2021).

La producción de la fitohormona etileno genera cambios de color, sabor, aroma y firmeza del fruto. Se produce por una serie de reacciones metabólicas a partir de la metionina. Después, el etileno se une a receptores en la membrana celular (Chen *et al.*, 2018). La producción de etileno se detecta después de dos a tres días de cosechado el fruto, llega hasta el pico máximo en el cuarto día y después disminuye. El gen *EDR1* codifica para una proteína que es un receptor de etileno (Coêlho de Lima y Alves, 2011). Durante la maduración del fruto se observa disminución de la concentración de pectina y reducción de la firmeza de la pulpa. La firmeza del tejido está determinada por los azúcares neutros de las cadenas laterales de la pectina, altamente esterificada (Coêlho de Lima y Alves, 2011). Cabe mencionar que las pectinas son heteropolisacáridos ramificados que componen la lámina media de la pared celular de la célula vegetal, determinan la porosidad de la pared celular, la disponibilidad de los sustratos de las enzimas, regulan el pH y el balance iónico (Ramadan, 2019).

Las pectinesterasas son enzimas que hidrolizan los enlaces éster metílico de los grupos carboxílico, liberando metanol y produciendo ácido poligalacturónico a partir de pectina (Mejares *et al.*, 2018; Rodríguez-Nieto y Restrepo-Sánchez, 2011). El gen *PME2* codifica para la enzima pectinesterasa isoforma 2 (Coêlho de Lima y Alves, 2011).

En el presente trabajo se determinó la expresión de los genes que codifican para etileno respuesta y pectinesterasa 2 en fruto de guanábana a temperatura ambiente y en refrigeración. La hipótesis es que la expresión de los genes que codifican para etileno respuesta y pectinesterasa 2 en fruto de guanábana es diferente a temperatura ambiente y en refrigeración.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente trabajo se incluyeron seis frutos maduros de guanábana (*Annona muricata* L.). En el experimento se consideraron seis tratamientos: el mantenimiento del fruto a temperatura ambiente (TA) a 0, 3 y 6 días y en refrigeración a 15°C (TR) a 3, 6 y 9 días. La toma de muestra se llevó a cabo por triplicado de la pulpa del fruto para la obtención de los transcritos.

El RNA se obtuvo de 100 mg de la pulpa del fruto de guanábana con el método comercial Spectrum™ Plant Total RNA Kit de la marca Sigma, de acuerdo a las especificaciones del fabricante. Con 5 µg del RNA aislado y purificado se sintetizó la primera cadena de cDNA con el método comercial SuperScript™ III Reverse Transcriptase de la marca Invitrogen, de acuerdo a las especificaciones del fabricante. El cDNA obtenido se cuantificó por espectrofotometría en un equipo Nanodrop 2000 de la marca Thermo y las concentraciones fueron estandarizadas a 20 ng/µL.

En el laboratorio de ADN y genómicas del Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP se llevó a cabo el análisis de expresión génica, durante el periodo de enero a abril de 2021.

La expresión se determinó en los genes *EDR1* y *PME2* mediante el método de cuantificación relativa $\Delta\Delta C_t$ por qPCR dúplex en un equipo termociclador StepOnePlus™ de la marca Applied Biosystems. El gen ubiquitina fue utilizado como el gen constitutivo de referencia y el tratamiento a temperatura ambiente en el día 0 (TA0) como la muestra control. La amplificación se llevó a cabo en 20 µL de volumen de reacción con 1X de TaqMan Fast Advanced Master Mix, 0.4 µM de los iniciadores sentidos y antisentido, 0.18 µM de sonda marcada con fluorescencia y 40 ng de cDNA. Las iniciadores y sondas se diseñaron y fueron sintetizados por T4Oligo. Las condiciones de amplificación fueron: un ciclo de



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

desnaturalización inicial a 95°C por 5 min, seguido de 45 ciclos de desnaturalización a 95°C por 60 s y alineamiento y extensión a 55°C por 60 s. Los resultados se analizaron con los valores Ct y el gráfico de amplificación obtenidos con el programa StepOne v 2.3.

El análisis de varianza se aplicó a los resultados de la expresión de ambos genes y la comparación de medias por mínimos cuadrados con la prueba Tukey ($p \leq 0.05$) para determinar las diferencias entre los factores y los tratamientos, con el programa estadístico Statgraphics Centurion versión XVII. (Statgraphics, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La amplificación de los genes *EDR1*, *PME2* y *UBC* se presenta en la figura 1. En el gráfico de amplificación se observa la curva típica de amplificación con las etapas inicial, exponencial y meseta de los genes objetivo y constitutivo *UBC*. Las líneas horizontales representan el umbral de detección y las líneas por debajo del umbral corresponde a la fluorescencia residual, conocida como ruido. En la figura 1a, las líneas en color negro representan a *EDR1* y en rojo a *UBC*, mientras, en la figura 1b, las líneas en color verde representan a *PME2* y en rojo a *UBC*. Los valores Ct, empleados para la cuantificación de transcritos, se determinaron en el número de ciclo de amplificación en el cual se presenta la intercepción de la línea de amplificación con la línea del umbral en el gráfico (Forootan *et al.*, 2017) (figura 1).

a)

b)

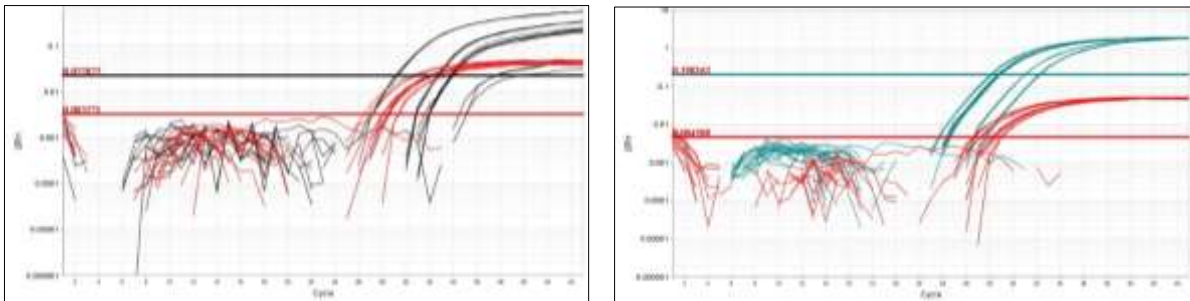


Figura 1. Gráficos de amplificación de los genes *EDR1*, *PME2* y *UBC*.

Los valores Ct de la amplificación de los genes *EDR1*, *PME2* y *UBC* se presentan en el cuadro 1. En *EDR1* y *PME2* los valores Ct fueron mayores que en *UBC* en todos los tratamientos, lo cual indica que la expresión de los genes objetivo fue menor a la expresión del gen de referencia constitutivo estudiado (Forootan *et al.*, 2017), de manera independiente a la temperatura de almacenamiento del fruto y de los días transcurridos.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

Cuadro 1. Valores Ct de la amplificación de los genes *EDR1*, *PME2* y *UBC*.

Tratamiento	<i>EDR1</i>	<i>UBC</i>	<i>PME2</i>	<i>UBC</i>
TA0	29.3	26.3	28.1	26.6
TA0	29.3	26.3	28.1	26.6
TA0	29.2	26.3	28.0	26.6
TA3	33.8	26.9	28.9	27.2
TA3	33.9	27.0	28.9	27.1
TA3	33.8	27.1	28.9	27.1
TA6	33.6	28.1	32.1	28.5
TA6	33.9	28.2	32.2	28.3
TA6	33.9	28.0	32.2	28.4
TR3	32.7	28.5	28.7	29.1
TR3	32.6	28.4	28.6	29.0
TR3	32.6	28.4	28.6	28.8
TR6	37.8	27.9	28.7	28.0
TR6	37.7	28.4	28.8	28.0
TR6	37.7	28.1	28.7	28.0
TR9	39.9	29.2	31.0	28.2
TR9	39.9	29.3	30.9	28.2
TR9	39.9	29.2	31.0	28.2

La expresión relativa por el método $\Delta\Delta C_T$ de los genes *EDR1* y *PME2* en fruto de guanábana se presenta en la figura 2. La expresión de *EDR1* en todos los tratamientos es menor al tratamiento control TA0 (figura 1a), mientras la expresión de *PME2* en los tratamientos a temperatura ambiente TA3 y TA6 es menor al control TA0, pero, en refrigeración es mayor en TR3 y TR6 respecto al control TA0 (figura 1b). Este comportamiento de expresión con incremento al 3 día y disminución al día 6 es reportado en el gen *aldehído deshidrogenasa (ALDH)* en guanábana en refrigeración y a temperatura ambiente y en el gen *expansina (EXP)* en refrigeración por Berumen-Varela *et al.* 2020b.

Con el objetivo de determinar la significancia en la expresión génica se llevó a cabo el análisis de varianza de los factores temperatura de almacenamiento y días transcurridos. En el gen *EDR1* se presentaron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) en el factor días (cuadro 2), pero no en la temperatura de almacenamiento. La comparación de medias con la prueba Tukey ($p \leq 0.05$) en el factor días se presenta en el cuadro 3. El día 6 no presentó diferencias con los días 3 y 9 pero sí con 0 días. El resto de los días fueron diferentes entre sí (cuadro 3).



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

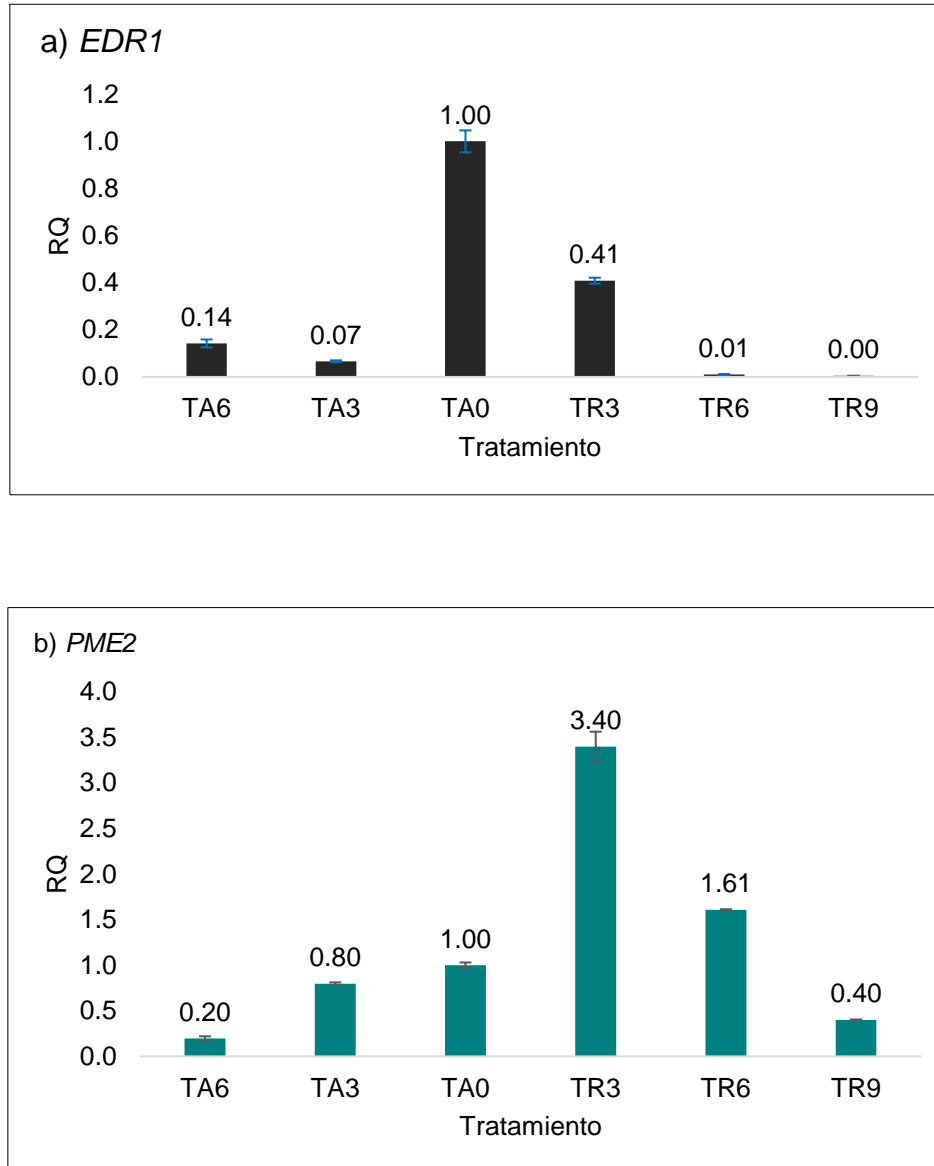


Figura 2. Expresión relativa por el método $\Delta\Delta C_t$ de los genes *EDR1* y *PME2* en fruto de guanábana en seis tratamientos. TA, temperatura ambiente, TR, refrigeración a 15°C. 0, 3, 6 y 9 días en almacenamiento, respectivamente.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Cuadro 2. Anova de la expresión del gen *EDR1* en el fruto de guanábana con los factores temperatura de almacenamiento y días transcurridos.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
Temperatura	0.0332	1	0.0332	2.48	0.1395
Días	1.7694	3	0.5898	44.08	<0.0001 *
Error	0.1740	13	0.0134		
Total	2.2522	17			

Cuadro 3. Comparación de medias de la expresión de *EDR1* con la prueba Tukey ($p \leq 0.05$) en el factor días.

Día	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
0	1.0533	0.0747	a
3	0.2375	0.0472	b
6	0.0761	0.0472	bc
9	-0.0481	0.0747	c

En el análisis de varianza del gen *PME2* no se presentaron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) en los factores temperatura y días (cuadro 4), no obstante, en el factor días el valor de la probabilidad fue muy cercano a la significancia ($p = 0.0505$) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Anova de la expresión del gen *PME2* en el fruto de guanábana con los factores temperatura de almacenamiento y días transcurridos.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
Temperatura	2.4300	1	2.4300	3.62	0.0796
Días	6.8503	3	2.2834	3.40	0.0505
Error	8.7343	13	0.6719		
Total	18.4629	17			

Por otra parte, el ANOVA para determinar la significancia entre los tratamientos en *EDR1* se presenta en el cuadro 5. En dicho cuadro se observa diferencia significativa ($p < 0.0001$). La comparación de medias con la prueba Tukey ($p \leq 0.05$) en los tratamientos se presenta en el cuadro 6. Todos los tratamientos fueron diferentes estadísticamente, excepto TR6, el cual no presentó diferencias con TR3 y TR9 (cuadro 6).

Cuadro 5. Anova de la expresión del gen *EDR1* en el fruto de guanábana de los tratamientos.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2.2470	5	0.4494	1025.39	<0.0001 *
Dentro de grupos	0.0053	12	0.0004		
Total	2.2522	17			



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

Cuadro 6. Comparación de medias de la expresión de *EDR1* con la prueba Tukey ($p \leq 0.05$) en los tratamientos.

<i>Tratamiento</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
TA0	1.0007	a
TA3	0.4086	b
TA6	0.1421	c
TR3	0.0663	d
TR6	0.0101	de
TR9	0.0045	e

El ANOVA para determinar la significancia entre los tratamientos en *PME2* se presenta en el cuadro 7. En dicho cuadro se observa diferencia significativa ($p < 0.0001$). La comparación de medias con la prueba Tukey ($p \leq 0.05$) en los tratamientos se presenta en el cuadro 8. Todos los tratamientos fueron diferentes estadísticamente (cuadro 8).

Cuadro 7. Anova de la expresión del gen *PME2* en el fruto de guanábana de los tratamientos.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	20.500	5	4.100	820.0	<0.0001 *
Dentro de grupos	0.060	12	0.005		
Total	20.560	17			

Cuadro 8. Comparación de medias de la expresión de *PME2* con la prueba Tukey ($p \leq 0.05$) en los tratamientos.

<i>Tratamiento</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
TA0	1.0	a
TA3	0.8	b
TA6	0.2	c
TR3	3.4	d
TR6	1.6	e
TR9	0.4	f

CONCLUSIONES

La expresión del gen *EDR1* en fruto de guanábana es diferente en todos los tratamientos y está dada por el factor día y la expresión del gen *PME2* en fruto de guanábana es diferente en todos los tratamientos, lo que pudiera ser debido a la combinación de los factores temperatura y días.

Estos resultados pueden ayudar a comprender mejor la función del receptor de membrana etileno respuesta y la enzima pectinesterasa 2 en el proceso de maduración del fruto de guanábana para emplearse en programas de mejoramiento genético y selección con enfoque en prolongar la vida de anaquel del fruto.

LITERATURA CITADA

Balas, G., Ke, M., Lepas, K., Durian, T., Tempatan, B., and Siang, L.M. 2019. Response of 1-Methycyclopropene on Postharvest Quality of Local Soursop (*Annona muricata* L.). Sains Malaysiana, 48(3): 571–9.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021**

Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL

25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

- Berumen-Varela, G., Hernández-Oñate, M., and Tiznado-Hernández, E. 2019. Utilization of biotechnological tools in soursop (*Annona muricata* L.). *Scientia Horticulturae*, 245: 269–73.
- Berumen-Varela, G., Palomino-Hermosillo, Y.A., Bautista-Rosales, P.U., Peña-Sandoval, G.R., López-Guzmán, G.G., and Balois-Morales, R. 2020a. Identification of reference genes for quantitative real-time PCR in different developmental stages and under refrigeration conditions in soursop fruits (*Annona muricata* L.). *Scientia Horticulturae*, 260(108893): 1–6.
- Berumen-Varela, G., Martínez-González, E., Palomino-Hermosillo, A.Y., Jiménez-Zurita, O.J., Peña-Sandoval, G.R., Balois-Morales, R. 2020b. Expression profile of *EXP*, *Succ-CoA* and *ALDH* genes in soursop (*Annona muricata* L.) fruits during ripening in response to refrigeration conditions. *Indian Journal of Biotechnology*, 19: 254–262.
- Chen, Y., Grimplet, J., David, K., Castellarin, S.D., Terole, J., and Wongi, D.C.J. 2018. Ethylene receptors and related proteins in climacteric and non-climacteric fruits. *Plant Science*, 276: 63–72.
- Coêlho de Lima, M.A., and Alves, R.E. 2011. Soursop (*Annona muricata* L.). *In: Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits*. Woodhead Publishing Limited, pp. 363–392.
- De Queiroz, P.A.C., and Medrado, E. 1994. Graviola para exportação: Aspectos técnicos da produção. EMBRAPA-SPI. Brasília. pp. 11–39.
- Forootan, A., Sjöback, R., Björkman, J., Sjögreen, B., Linz, L., and Kubista, M. 2017. Methods to determine limit of detection and limit of quantification in quantitative real-time PCR (qPCR). *Biomolecular Detection and Quantification*, 12: 1–6.
- Gavamukulya, Y., Wamunyokoli, F., and El-Shemy, H.A. 2017. *Annona muricata*: Is the natural therapy to most disease conditions including cancer growing in our backyard? A systematic review of its research history and future prospects. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 10(9): 835–848.
- Jiménez-Zurita, J.O., Balois-Morales, R., Alia-Tejacal, I., Juárez-López, P., Jiménez-Ruiz, E.I., and Sumaya-Martínez, M.T. 2017. Topics of postharvest handling of soursop fruit (*Annona muricata* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(5): 1155–67.
- Mejares, C.T., Carpio, E.V., Israel, K.A.C., Serrano, E.P., and Tamayo, J.P. 2018. Kinetics of pectinesterase inactivation during pasteurization of guyabano. *Int Food Res J*, 25(6): 2511–8.
- Ramadan, M.F. 2019. Enzymes in fruit juice processing. *In: Enzymes in Food Biotechnology: Production, Applications, and Future Prospects*. Elsevier, pp. 45–59.
- Reyes-Montero, J.A., Aceves-Navarro, E., Caamal-Velázquez, J.H., and Alamilla-Magaña, J.C. 2018. Soursop (*Annona muricata* L.) production in high density planting as alternative for producers with reduced surfaces. *Agro Productividad*, 11(9): 37–42.
- Rodríguez-Nieto, J.M., and Restrepo-Sánchez, L.P. 2011. Extraction of pectic enzymes from of lulo (*Solanum quitoense* L.) involved in softening. *Acta Biológica Colombiana*, 16: 193–204.
- Statgraphics Centurion, XVII. Statpoint Technologies. INC. version, 17. 2009.
- Tiencheu, B., Egbe, A.C., Achidi, A.U., Tenyang, N., Ngongang, E.F.T., and Djikeng, F.T. 2021. Nutritional, Organoleptic and Phytochemical Properties of Soursop (*Annona muricata*) Pulp and Juice after Postharvest Ripening. *European Journal of Nutrition and Food Safety*, 13(1): 15–28.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

REMOCIÓN DE MUCÍLAGO DE LA SEMILLA DE CHÍA (*Salvia hispanica*)

REMOVAL OF MUCILAGE FROM CHIA SEEDS (*Salvia hispanica*)

***Atonal Sánchez H, Luna Suárez S**

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (CIBA- IPN). Ex-Hacienda San Juan Molino Carretera Estatal Tecuexcomac-Tepetitla Km 1.5, Tlaxcala C.P. 90700, México. Tels.: 01-248-48707-65 y 66 Conmutador IPN: 57296000, Ext. 87816.

*Autor para correspondencia: silvials2004@yahoo.com.mx

RESUMEN

La chía, *Salvia hispanica* es una planta potencialmente benéfica para la salud ya que contiene diversos compuestos como antioxidantes, antihipertensivos, vitaminas, fibra, minerales y lípidos (García *et al.*, 2017). La manipulación de la chía para extraer estos compuestos benéficos esta relacionada con la remoción de mucílago, ya que este dificulta el trabajar con la semilla, es decir una menor cantidad de mucílago facilita su manipulación. En este trabajo se probaron varios métodos para la remoción del mucílago considerando aspectos como tiempo, rendimiento y equipo necesario. Se logró remover hasta el 59% de mucílago presente en la semilla, con un tratamiento de sonicación, modificación de pH (7 a 8) y temperatura elevada (80°C). Sin embargo, con un tratamiento de hidratación se logra una remoción de hasta un 54%.

Palabras clave: *Chía, mucílago, Salvia hispanica*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**CAMBIOS POSTCOSECHA EN CONSUMO DE AGUA Y PÉRDIDA DE PESO EN MUTANTES (M₀)
DE ALHELÍ**

**POST-HARVEST CHANGES IN WATER CONSUMPTION AND WEIGHT LOSS IN MUTANTES (M₀)
OF ALHELÍ**

¹Pérez Jiménez G., ¹ Martínez Ruiz A., ²Fuentes Escobar G. I., ³De la Cruz Torrez E., ⁴López Morales F.

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo experimental San Martinito, Santa Rita Tlahuapan, Carretera Federal Mexico-Puebla Km 56.5, CP 74100. ²Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera México – Texcoco km 36.5, Texcoco, Estado de México. CP 56230. ³ Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. Laboratorio de radiobiología. Carretera México-Toluca, La Marquesa S/N Ocoyoacac México. C. P. 52750. ⁴Centro de Agroecología. Instituto de ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, EcoCampus Valsequillo, Edificio CAL1, KM1.7 Carretera a San Baltazar Tetela, C.P72960, San Pedro Zachimalpa, Puebla.

*Autor para correspondencia: perez.genaro@inifap.gob.mx

RESUMEN

El presente estudio fue conducido bajo el objetivo de determinar los cambios producidos por la radiación de ⁶⁰Co de las selecciones Nieve y Uva de flores de corte de alhelí en sus tratamientos postcosecha, respecto al consumo de agua y pérdida de peso por inflorescencia. El diseño experimental fue en bloques completamente al azar, se analizaron las combinaciones de dos genotipos (nieve y uva) y seis dosis de radiación más un testigo sin radiación a ⁶⁰Co. Las variables analizadas fueron el consumo de agua y pérdida de peso por inflorescencia. Los resultados del análisis de varianza mostraron que existieron diferencias estadísticas en genotipo, radiación y la interacción de genotipos por radiación en la pérdida de peso por flor, mientras que en el consumo de agua no se mostraron diferencias en los genotipos, pero en las demás fuentes de variación si se mostraron diferencias. La comparación de medias (Tukey, 0.05) en el consumo de agua en las dosis de radiación mostró que los mutantes generados a 150 Gy obtuvieron un mayor CA y mostraron una pronta senescencia a través de la PPT, respecto al CA y PPT el genotipo Nieve mostró un sistema eficiente al mostrar menor consumo y pérdida de peso con optima vida de anaquel cuando fueron tratados a dosis de 110 Gy. Se concluye que mutantes de Uva generados a 50 y 70 Gy mantienen mayor longevidad postcosecha que mutantes generados de la selección Nieve en dosis mayores a 90 Gy.

Palabras clave: *postcosecha, vida de florero, marchitez.*



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

BIOFERTILIZANTE DE DIGESTIÓN ANAEROBIA, COMO PROPUESTA DE RESTAURACIÓN DE SUELO EN LINDAVISTA 2DA SECCIÓN, PLAYAS DE CATAZAJÁ, CHIAPAS.

ANAEROBIC DIGESTION BIOFERTILIZER, AS A SOIL RESTORATION PROPOSAL IN LINDAVISTA 2ND SECTION, PLAYAS DE CATAZAJÁ, CHIAPAS.

* Vidal-Jiménez AJ, Pérez Hidalgo WA.

División Académica de Ingeniería Ambiental,
Tecnológico Nacional de México, Campus de los Ríos; Carretera Balancán-Villahermosa, Km 3,
Balancán, Tabasco.

*autor para correspondencia: ajvidal_3@hotmail.com

RESUMEN

Los mayores problemas físicos de los suelos se han visto afectados por encostramiento relacionados con salinidad, compactación de suelos que deriva de un uso excesivo por ganadería y agricultura que alteran la red de los horizontes del suelo y provocan una compactación considerable. Por esta razón se ha llegado a la necesidad de remediar estos medios con el desarrollo de nuevas tecnologías. (Miranda, 2017). El presente estudio tuvo la finalidad de elaborar un Biofertilizante como propuesta de restauración de suelos compactados por ganadería y agricultura, implementado en una parcela de la comunidad de Lindavista 2da sección, Catazajá, Chiapas. Primeramente se identificó el estado actual de los suelos en la zona de estudio. Posteriormente se elaboró un Biofertilizante de digestión anaerobia por medio de un digestor tipo batch discontinuo, se determinaron los parámetros una vez por semana de Temperatura, Tiempo de retención y pH tomando muestras al sustrato que produce el biodigestor y se determinaron los efectos que tiene el Biofertilizante con una muestra control, como propuesta de Biorremediación de suelos compactados por actividades antropogénicas. Los análisis del muestreo de suelo del área de estudio, muestran que contiene 66% de arenas, 25% de limo y 7% arcilla, la densidad aparente, en los primeros 7 centímetros del perfil A del suelo, oscilaron entre los, (1.30, 1.40, 1.25 y 1.27 g/cm³). El comportamiento de la porosidad del suelo después de la aplicación de los tratamientos, reporta una diferencia mínima significativa de la aplicación de los tratamientos con respecto al testigo. El Biofertilizante que se obtuvo por el proceso de digestión anaerobia, presentó una influencia positiva en las propiedades físicas del suelo resultando adecuado para la producción, agricultura y mejoramiento de suelos.

Palabras clave: Compactación, Erosión, biodigestor, prueba tukey.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

**OPTIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS PARA LA PROPAGACIÓN IN VITRO DE ATRIPLEX
TALTALENSIS PARA SU CONSERVACIÓN Y RESCATE DE CARACTERÍSTICAS DESEABLES.**

**PARAMETERS OPTIMIZATION FOR IN VITRO PROPAGATION OF ATRIPLEX TALTALENSIS
FOR ITS CONSERVATION AND RESCUE OF DESIRABLE CHARACTERISTICS.**

¹Muñoz C., ¹Soto J., ¹Román-Figueroa, C., ²Paneque M.

¹Fundación Bionostra Chile Research. Almirante Lynch 1179, San Miguel, Santiago, Chile.

²Laboratorio de Biotecnología Ambiental y Bioenergía – Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de Chile. Santa. Rosa 11315, La Pintana, Santiago, Chile.

Autor para correspondencia: mpaneque@uchile.cl

RESUMEN

Atriplex es un género de plantas arbustivas, cosmopolita y multipropósito, que crecen en suelos áridos, salinos, con baja disponibilidad de agua y nutrientes. Presentan altos valores de producción de biomasa y algunas especies suministran un alto contenido de proteína para el ganado, siendo una alternativa para producir forraje en zonas áridas. Pese a su amplio uso, son escasos los trabajos que permiten la propagación y conservación de especies de este género, como ocurre con la especie nativa endémica de Chile, *A. taltalensis*, que se encuentra en estado de conservación bajo la categoría de Peligro de Extinción (EN). El objetivo de este estudio fue evaluar un mecanismo de propagación vegetativa mediante una organogénesis *in vitro* en *A. taltalensis* con fines de conservación y rescate de características deseables, que se desarrolla bajo condiciones edafoclimáticas extremas del norte de Chile (Desierto de Atacama). A partir de vitroplantas se extrajeron explantes iniciales de brotes, los que fueron incubados en diferentes medios de cultivo sólidos compuestos por sales y vitaminas de Murashige y Skoog (MS) y diversas concentraciones de fitoreguladores sintéticos, realizando subcultivos continuos. Se evaluaron parámetros como el número de brotes (n), longitud de brotes (cm), número de yemas (n) y el enraizamiento (%) de las plantas desarrolladas. Durante la etapa de multiplicación se promovió la formación de brotes basales y yemas en medios con 6-bencilaminopurina (BAP) y ácido indolbutírico (IBA), observándose hiperhidricidad de los brotes a concentraciones de BAP de entre 0.25-1.00 mg L⁻¹. La elongación de brotes y el desarrollo de plantas completas fue promovido en medios con IBA a una concentración de 0.50 mg L⁻¹, obteniéndose la formación de brotes axilares y enraizamiento de las plantas. Estos resultados demostraron que es posible emplear técnicas de cultivo *in vitro* para la obtención de nuevos individuos de esta especie, permitiendo su conservación.

Palabras clave: *Atriplex taltalensis*, propagación vegetativa, organogénesis *in vitro*, hiperhidricidad.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Ganaderia



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

EFICIENCIA ALIMENTICIA Y FERTILIDA DE VACAS PROUCTORAS DE LECHE EN EL TRÓPICO

FEED AND FERTILIDE EFFICIENCY OF MILK-PRODUCING COWS IN THE TROPIC

**Zárate Martínez JP^{1*}, Ríos Utrera A¹, Montero Lagunes M¹, Fragoso Islas A², Juárez Lagunes FI³
y Rangel Quintos Jaime¹**

¹C.E. La Posta-CIRGOC-INIFAP; ²S. E. Las Margaritas CIRGOC-INIFAP; ³FMVZ, UV

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la producción de vacas de doble propósito, alimentadas con dos niveles de fibra detergente neutro (FDN) y su efecto sobre la eficiencia reproductiva, induciéndolas a ovular. El estudio se realizó de agosto de 2017 a diciembre de 2019 en el Campo Experimental La Posta (CIRGOC-INIFAP), en Paso del Toro, Veracruz, México. Se utilizaron 27 vacas multíparas. Veintiún días antes del parto, las vacas se asignaron a dos tratamientos: T1=4.5 kg y T2=3.0 kg de concentrado/vaca/d, y forraje *ad libitum*. Las comparaciones entre T1 y T2 se realizaron con la prueba *t* de student. A las vacas de ambos tratamientos, a partir del día 70 posparto, se les indujo la ovulación con un protocolo hormonal y se inseminaron a tiempo fijo (IATF). Para las variables reproductivas se aplicó un diseño completamente al azar con el procedimiento PROC GENMOD del programa SAS. Días abiertos e intervalo entre partos se analizaron con GLM de SAS. Las vacas del T2 consumieron más FDN ($p<0.05$) que las vacas del T1 (38 vs 44% de la dieta). El incremento en el consumo de forraje, hasta donde la FDN permitió, logró compensar el aporte de EM y PM, siendo similares para ambos tratamientos durante los primeros 15 días antes del parto. Las vacas del T2 intentaron compensar el déficit de nutrientes consumiendo más forraje (6.25 vs 7.37 kg de MS/d). La PM siempre fue deficiente durante la lactación para ambos tratamientos. Las vacas del T1 perdieron menos condición corporal; esto se reflejó en una mayor ($p<0.05$) tasa de gestación (75.2 vs 42.8%). Para producir 14 kg de leche/d, se requieren 30 Mcal de EM y 1,350 g de PM. Aplicar un protocolo hormonal con IATF a los 70 días posparto, resultó en un período abierto de 105 d en las vacas del T1.

Palabras clave: *Consumo voluntario, transición, protocolo hormonal.*



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

OXIDACIÓN Y CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA CARNE DE BOVINOS
ALIMENTADOS EN PASTOREO Y ESTABULADO

OXIDATION AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE MEAT OF CATTLE FED IN
GRAZING AND FEEDLOT

¹Vélez Pérez MG, ²Granados Rivera LD, ¹Loredo Osti J, ¹Ruiz Albarrán M, ¹Luna Castro S,
¹Bautista Martínez Y

¹Universidad Autónoma De Tamaulipas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Carretera Cd.
Victoria - Cd. Mante Km. 5, Ej. Santa Librada. Ciudad Victoria, Tamaulipas,

Autor para correspondencia: ybautista@docentes.uat.edu.mx

²Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria, General Terán, Km. 31 Carretera
Montemorelos-China Exhacienda Las Anacuas, C.P. 67400

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del sistema de alimentación pastoreo y estabulado en ganado bovino de carne sobre las características fisicoquímicas y capacidad total antioxidante de la carne, para esto se analizaron 40 muestras del musculo *logissimus dorsi* de bovinos alimentados en pastoreo y 40 muestras de bovinos alimentados en estabulado. Las variables analizadas fueron; pH, color, pérdida por goteo y rendimiento por cocción a las 24 horas *postmortem* y capacidad total antioxidante en los días 0,1,3,5,7 y 9. Para comparar las medidas entre tratamientos de las variables fisicoquímicas se realizó un análisis de varianza, la capacidad total antioxidante en un diseño completamente al azar con medidas repetidas. No hubo diferencias significativas entre las características fisicoquímicas de animales alimentados en pastoreo y estabulado ($P>0.05$). La carne de animales alimentados en pastoreo mostró una mayor capacidad total antioxidante respecto a la carne de animales alimentados en estabulado, con diferencias significativas ($P>0.01$). Además de mostrar diferencias ($P<0.01$) en la capacidad total antioxidante en el transcurso del almacenamiento y un efecto significativo de interacción del sistema de alimentación, con los días de almacenamiento de la carne. El sistema de alimentación pastoreo o estabulado, no influyen en las características fisicoquímica de la carne pero si en la capacidad total antioxidante.

Palabras clave: Capacidad total antioxidante, calidad de carne, oxidación de carne.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

**CLASIFICACIÓN DE CARNE PSE Y DFD DE ANIMALES SACRIFICADOS EN EL RASTRO TIF
PARA BOVINOS EN CIUDAD VICTORIA, TAMAULIPAS**

**CLASSIFICATION OF MEAT PSE AND DFD OF ANIMALS SLAUGHTER IN THE TIF TRAIL FOR
CATTLE ON CIUDAD VICTORIA, TAMAULIPAS**

**¹ Ponce Jiménez HA, ¹Vázquez Villanueva J, ¹Luna Castro S, ¹Loredo Osti J, ¹Ruiz Albarrán M,
¹Bautista Martínez Y**

¹Universidad Autónoma De Tamaulipas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Carretera Cd.
Victoria - Cd. Mante Km. 5, Ej. Santa Librada. Ciudad Victoria, Tamaulipas,
Autor para correspondencia: ybautista@docentes.uat.edu.mx

RESUMEN

En la producción de bovinos de carne, el resultado final del proceso, concluye con la calidad de la carne que se ofrece al consumidor, por esta razón es importante conocer el tipo de carne que se obtiene en el rastro, para identificar en que parte del proceso realizar mejoras. El objetivo se estudio fue determinar la frecuencia de la carne tipo PSE, DFD y normal en el rastro TIF de Ciudad Victoria Tamaulipas, para esto fueron muestreadas 400 cortes de carne del músculo Longissimus *dorsi* de diferentes canales, durante un periodo de seis meses. Se midieron los valores de pH final, pérdida por goteo y rendimiento por cocción a las 24 horas *pos mortem*, y de acuerdo a los valores obtenidos se realizó la clasificación de tipo de carne. Se encontró 48.5 % clasificada como PSE, 22.5 % carne considerada como normal y el 29 % se clasificó como una carne DFD. Se sugiere que se deben revisar las prácticas de manejo *ante* y *pos mortem* de los animales, para disminuir la incidencia de carne PSE y DFD, ya que pueden representar pérdidas económicas por un menor rendimiento de la carne.

Palabras clave: *Calidad de carne de bovino, pH, pérdida por goteo, rendimiento por cocción.*



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

FRECUENCIA DE ZÁNGANOS CON GENOTIPO EUROPEO Y AFRICANIZADO EN UNA ZONA DE
CONGREGACIÓN DE ZÁNGANOS

FREQUENCY OF DRONES WITH EUROPEAN AND AFRICANIZED GENOTYPE IN A DRON
CONGREGATION AREA

¹Ramírez-Ramírez FJ, ¹García- Figueroa C, ¹Alvarado-Avila LY, ¹Alcalá-Escamilla KI,
¹Arechavaleta-Velasco ME

¹Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal-INIFAP Km. 1,
Carretera a Colón, Col. Ajuchitlán Colón, C.P. 76280, Querétaro.
Autor para correspondencia: ramirez.javier@inifap.gob.mx

RESUMEN

La composición de las líneas paternas dentro de una colonia es función del número y origen genético de los zánganos con los que se apareó la reina, por lo que la composición de las zonas congregación, en términos del origen genético de los zánganos presentes, influye en el origen genético y en la diversidad genética de las colonias. El objetivo de este estudio fue conocer la dinámica en la frecuencia de zánganos de origen africanizado y europeo en una zona de congregación durante un año. Se localizó una zona de congregación de zánganos y se capturaron zánganos en la primera y tercera semana de cada mes durante un año. Para determinar el origen genético de cada zángano, se amplificaron dos regiones del ADN mitocondrial utilizando la PCR, una región del gen *lsmRNA* y otra del gen citocromo oxidasa I (COI). Posteriormente, se generaron fragmentos de restricción a través de digerir el producto de la PCR con las enzimas EcoRI y HincII. Se realizó una prueba para determinar si existían diferencias en la frecuencia de zánganos de origen africanizado y europeo en la zona de congregación durante los meses incluidos en el estudio, y otra para determinar si la proporción de zánganos de origen europeo o africanizado dentro de cada mes era diferente de una relación 1:1. Se observó presencia de zánganos de abril a agosto. Se encontró que los zánganos con genotipo europeo y africanizado no se distribuyen en forma homogénea en la zona de congregación a lo largo de los meses ($p < 0.01$). De igual forma, la frecuencia de zánganos con genotipo europeo y africanizado fue diferente de una relación 1:1 en abril, junio y julio ($p < 0.01$), mientras que en los meses de mayo y agosto la frecuencia de los dos genotipos no fue diferente de una proporción 1:1 ($p > 0.01$).

Palabras claves: *Zánganos, Apis mellifera, genotipo, zonas de congregación*

INTRODUCCIÓN.

Las reinas y los zánganos son las castas de las abejas melíferas especializadas en la reproducción. Los zánganos son individuos haploides que se generan a través de la partenogénesis a partir de huevos no fertilizados, tardan 24 días en desarrollarse y alcanzan la madurez sexual cuando tienen entre ocho y doce días de ser insectos adultos. Las colonias de abejas crían zánganos durante la época de floración y el número de estos depende del tamaño de la población de abejas en la colonia y de la disponibilidad de alimento (Ruttner, 1966; Colonello y Hartfelder 2003).

Cuando los zánganos maduran sexualmente realizan vuelos de apareamiento, dirigiéndose a áreas geográficas específicas, denominadas zonas de congregación, en donde confluyen reinas vírgenes y zánganos de las colonias de abejas que se encuentren en un radio de hasta 5 km (Ruttner, 1966). En una zona de congregación se pueden observar zánganos volando en un área de 30 a 200 metros de diámetro y a una altura de 10 a 40 metros (Ruttner, 1966; Winston, 1987; Baudry, *et al.*, 1998). Las zonas de congregación se forman independientemente de la presencia de una reina virgen, generalmente se encuentran en sitios abiertos delimitados por límites geográficos visibles como pueden ser: valles, orillas de ríos, veredas con líneas de árboles o costas (Jaffé *et al.*, 2009).



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

La llegada de la abeja africanizada a nuestro país trajo cambios importantes para la apicultura (Guzmán-Novoa y Page 1994). El proceso de africanización de las poblaciones de abejas se ha estudiado desde varias perspectivas, tratando de comprender cómo ocurrió el reemplazo de los genotipos europeos por los africanizados.

Uno de los enfoques tiene que ver con el estudio de la transmisión de genes de una generación a la siguiente, ya que cuando una reina se aparea con zánganos europeos y africanizados las dos líneas paternas estarán presentes dentro de la colonia. Cuando esta reina es reemplazada y la colonia cría una nueva reina a partir de su progenie, la línea paterna de la nueva reina se conservará en la siguiente generación. La composición de las líneas paternas dentro de una colonia es función del número y origen genético de los zánganos que se aparean con la reina (DeGrandi *et al.*, 2003), en este sentido la composición de las zonas de congregación en términos del origen genético de los zánganos presentes es de gran importancia para la estructura genética de las poblaciones de abejas ya que influye en el origen genético y en la diversidad genética de las colonias.

El objetivo de este trabajo fue conocer la dinámica en la frecuencia de zánganos de origen europeo y zánganos de origen africanizado en una zona de congregación durante un año.

MATERIAL Y MÉTODOS.

Se diseñó una trampa para localizar zonas de congregación y para tomar muestras de los zánganos presentes. La trampa se construyó con tela de tul en forma de cono con una altura de 1.04 m, una base de 0.50 m de diámetro y un volumen de 0.68 m³, la estructura del cono se formó utilizando tres aros de madera de 50, 35 y 29 cm de diámetro (Williams, 1987). En el interior de la trampa se colocaron dos reinas vírgenes dentro de jaulas de plástico para atraer a los zánganos. La entrada a la trampa se localizaba en la base del cono. Para elevar la trampa se utilizaron tres globos que se inflaron con helio con un volumen de 0.50 m³ cada uno, los globos se amarraron a la parte superior de la trampa (punta del cono) a una distancia de 3 m.

Para localizar la zona de congregación, se delimitaron transectos en el municipio de Colón, Querétaro, elevando la trampa a una altura de 20 m durante 30 min cada 500 m dentro del recorrido de los transectos. Se localizó una zona de congregación de zánganos ubicada a los 20°70'50" de latitud norte y a los 100°01'91" de longitud oeste a una altitud de 1,969 msnm.

Se realizaron dos muestreos mensuales en la primera y tercer semana de cada mes durante un año para detectar la presencia de zánganos y capturar una muestra de los zánganos presentes en la zona de congregación. Para capturar a los zánganos se elevó la trampa a una altura entre 10m y 40m durante 30 minutos. A partir de los zánganos que se capturaron en la trampa se tomó una muestra de aproximadamente 200 zánganos que se colocaron en frascos con alcohol al 96% y se mantuvieron a -20°C para posteriormente extraer el ADN para determinar su origen racial.

Se extrajo el ADN homogenizando a cada zángano en una solución de lisis (1% CTAB, 50 mM Tris pH 8.0, 10 mM EDTA, 1.1 M NaCl), seguido de una extracción de fenol/cloroformo y la precipitación del ADN en etanol (Hunt, 1997). El ADN se cuantificó y diluyó a una concentración final de 100 ng/μl. Para determinar el origen genético de cada zángano en europeo o africanizado, se amplificaron dos regiones del ADN mitocondrial utilizando la reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Se amplificó la región 13479-14443 del gen *lsmRNA* y la región 2095-3123 del gen citocromo oxidasa I (COI). Posteriormente, se generaron fragmentos de restricción a través de digerir el producto de la PCR con las enzimas *EcoRI* para *lsmRNA* y *HincII* para COI. Los fragmentos se resolvieron en geles de agarosa y fueron visualizados con luz ultravioleta después de ser teñidos con bromuro de etidio (Nielsen *et al.*, 2000). Se realizó una prueba de homogeneidad para determinar si existen diferencias en la frecuencia de zánganos de origen africanizado y europeo en la zona de congregación durante los meses en que se



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

realizó el estudio. Asimismo, se realizó una prueba de bondad de ajuste para determinar si la proporción de zánganos de origen europeo o africanizado dentro de cada mes era diferente de una relación 1:1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Se detectó la presencia de zánganos en la zona de congregación en el periodo comprendido entre los meses de abril a agosto. No se detectaron zánganos entre septiembre y febrero.

En el siguiente cuadro se muestra la frecuencia absoluta y la frecuencia relativa de zánganos con genotipo europeo y africanizado para cada uno de los meses en que se detectaron zánganos en la zona de congregación.

Cuadro 1: Frecuencia absoluta y relativa de la proporción de zánganos de origen europeo y africanizado presente en cada uno de los meses presentes

Genotipo	Mes				
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Africano	77 (0.84)	39 (0.46)	119 (0.63)	110 (0.59)	59 (0.57)
Europeo	15 (0.16)	46 (0.54)	69 (0.37)	75 (0.41)	45 (0.43)

Se encontró que los zánganos con genotipo europeo y africanizado no se distribuyen en forma homogénea a lo largo de los meses en la zona de congregación ($\chi^2=31.7$; $n=654$; $p<0.01$). Asimismo se encontró que la frecuencia de zánganos con genotipo europeo y africanizado fue diferente de una relación 1:1 en abril ($\chi^2=41.78$; $n=92$; $p<0.01$), junio ($\chi^2=13.3$; $n=188$; $p<0.01$) y julio ($\chi^2=6.62$; $n=185$; $p<0.05$), mientras que en los meses de mayo ($\chi^2=0.58$; $n=85$; $p>0.01$) y agosto ($\chi^2=1.88$ $n=104$ $p>0.01$) la frecuencia de los dos genotipos no fue diferente de una proporción 1:1.

Estos resultados indican que la presencia de zánganos en la zona de congregación está limitada a cinco meses durante el año, esto corresponde al periodo comprendido entre abril y agosto. Asimismo, los resultados indican que durante este periodo, la proporción de zánganos de origen europeo y africano varió significativamente mes a mes en la zona de congregación, encontrándose que en los meses de abril, junio y julio la distribución de los dos genotipos fue diferente a una relación 1:1, siendo el genotipo africanizado el que tuvo la frecuencia más alta. En los meses de mayo y agosto la distribución de los dos genotipos no fue diferente de una relación 1:1.

CONCLUSIONES

La presencia de zánganos en la zona de congregación está limitada a los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto. A lo largo de estos meses, la distribución de zánganos de origen europeo y africanizado no se distribuye en forma homogénea. En los meses de abril, junio y julio se detectó una mayor frecuencia de zánganos con genotipo africanizado, mientras que en los meses de mayo y agosto no se encontraron diferencias en la frecuencia de los dos genotipos.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

LITERATURA CITADA

- Baudry E, Solignac M, Garnery L, Gries M, Cornuet J-M, Koeniger N. Relatedness among honeybee (*Apis mellifera*) of a drone congregation. The royal society 1998;265:2009-2014.
- Colonello NA, Hartfelder K. Protein content and pattern during mucus gland maturation and its ecdysteroid control in honeybee drones. Apidologie 2003;34:257-267.
- DeGrandi G, Tarpy DR, Schneider SS. Patriline composition of worker populations in honeybee (*Apis mellifera*) colonies headed by queens inseminated with semen from African and European drones. Apidologie 2003;34:111-120
- Guzmán-Novoa E, Page REJ. The impact of Africanized bees on Mexican beekeeping. Ann Bee J 1994;124(2):101-106.
- Hunt GJ. Insect DNA extraction protocol. In fingerprinting methods based on arbitrarily primed PCR, MR. Michelli y R. Bova (eds.). Springer, Berlin Germany 1997;21-24.
- Jaffé R, Dietemann V, Crewee RM, Moritz FA. Temporal variation in the genetic structure of a drone congregation area: an insight into the population dynamics of wild African honeybees (*Apis mellifera scutellata*). Molecular Ecology 2009;18:1511-1522.
- Nielsen DI, Ebert PR, Page RE, Hunt GJ, Guzmán-Novoa E. Improved polymerase Chain reaction based mitochondrial genotype assay for identification of the africanized honey bee (Hymenoptera: Apidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 2000;93:1-6.
- Ruttner F. The life and flight activity of drones. Bee World 1966;47:93-100.
- Williams JL. Wind-directed pheromone trap for drone honey bees (Hymenoptera: Apidae). J Econ Entomol 1987;80:532-536.
- Winston ML. The biology of the honey bee. Harvad University Press. EUA 1987



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

IDENTIFICACIÓN DE DESCRIPTORES MORFOLÓGICOS RELEVANTES PARA LA
CARACTERIZACIÓN DE 13 ACCESIONES DE *Clitoria ternatea* L.

IDENTIFICATION OF MORPHOLOGICAL DESCRIPTORS FOR THE CHARACTERIZATION OF 13
ACCESSIONS OF *Clitoria ternatea* L.

¹Enríquez Quiroz JF, ^{2*}Pérez-Amaro JA, ³Joaquín-Torres BM, ⁴Peña-Avelino LY

¹ Centro de Investigación Regional Golfo Centro (CIR-Golfo) del INIFAP C. E. "La Posta", Paso del Toro, Veracruz, México; ² Centro de Investigación Regional Pacífico Sur (CIRPAS) del INIFAP C. E. Centro, Ocozocoautla, Chiapas, México; ³ Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, México; ⁴Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

Autor para correspondencia: amaro.jap@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue comprobar la aplicabilidad de la técnica de análisis de componentes principales (ACP), para predecir la adaptación de *Clitoria ternatea* L. (CT), a entornos cada vez más desafiantes a partir de rasgos morfológicos. Con este fin, en el campo experimental "La Posta" del INIFAP, se estudió la variabilidad morfológica entre 13 ecotipos diferentes de CT, y se evaluaron durante la época de lluvias diferentes descriptores morfológicos. Además, se realizó un ACP, utilizando los datos numéricos originales de caracteres cuantitativos. El ACP, extrajo cinco componentes que contribuyen a alrededor del 82% de la variabilidad total. Los dos componentes más confiables están altamente correlacionados con una serie de características morfológicas como el diámetro basal del tallo, el ancho de semillas, la longitud del tallo, vaina, semilla, y hojas. El gráfico 1 "Biplot" PC1 vs. PC2 revela grupos de genotipos adecuados para programas de mejoramiento específicos. Los Ecotipos 11000D y 7261D, tienen un mayor potencial biológico para un establecimiento rápido, y uniforme en condiciones incluso desfavorables de clima. También fue posible detectar genotipos que combinan un mayor potencial de rendimiento de semilla con un mayor número de vainas por tallo. El ACP, permitió establecer patrones de comportamiento productivo similares para los ecotipos 9434, 14542D, 9291D, y 13169D. Estos materiales en particular, producen un mayor número de vainas por tallo, con muchas semillas. Una cantidad mayor de semillas por fruto podría implicar mayor producción de semilla por unidad de superficie. En conclusión, el ACP permite describir un conjunto de descriptores morfológicos en función de nuevas variables llamadas "componentes". La descomposición lineal de variables correlacionadas, indica que el rendimiento, el número de semillas por vaina y el diámetro del tallo pueden recomendarse como descriptores morfológicos para la selección y adaptación de ecotipos de CT frente al cambio climático.

Palabras clave: Banco de Germoplasma, caracterización fenotípica.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

ESTADO ANTIOXIDANTE Y ESTABILIDAD OXIDATIVA DE CARNE DE OVINOS
SUPLEMENTADOS CON TANINOS: UN METAANÁLISIS

ANTIOXIDANT STATUS AND OXIDATIVE STABILITY OF SHEEP MEAT SUPPLEMENTED WITH
TANNINS: A META-ANALYSIS

¹*Orzuna-Orzuna, J.F., ¹Lara-Bueno, A., ¹Dorantes-Iturbide, G., ²Mendoza-Martínez, G.D.,
¹Miranda-Romero, L.A.

¹Posgrado en Producción Animal, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.

²Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México, México.

Autor para correspondencia: alarab_11@hotmail.com

RESUMEN

Diversos productos sintéticos se han utilizado para mejorar el estado antioxidante y la estabilidad oxidativa de la carne de rumiantes y no rumiantes. Sin embargo, el uso inapropiado de estos productos da como resultado la acumulación de residuos tóxicos en la carne, los cuáles pueden afectar la salud del consumidor. El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de la suplementación dietética con taninos (TANs) sobre el estado antioxidante en suero sanguíneo y la estabilidad oxidativa de la carne de ovinos a través de un metaanálisis. Utilizando las bases de datos de Web of Science, Scopus, ScienceDirect, y PubMed, se realizó la búsqueda sistemática de estudios publicados en revistas científicas que investigaron los efectos de la suplementación con TANs en las variables de interés. Los datos analizados se extrajeron de 21 publicaciones revisadas por pares. Los efectos de los TANs se evaluaron utilizando modelos estadísticos de efectos aleatorios para examinar la diferencia media estandarizada (DME) entre el tratamiento con TANs y el control (sin TANs). La suplementación con TANs aumentó la capacidad antioxidante total (DME = 1.352, P < 0.001), la actividad de la enzima glutatión peroxidasa (DME = 0.801, P < 0.001) y de la catalasa (DME = 0.797, P < 0.05), y redujo el contenido de malondialdehído en suero sanguíneo (DME = -0.571, P < 0.05). En la carne, la suplementación con TANs redujo el contenido de malondialdehído (DME = -2.020, P < 0.001) y el contenido de metamioglobina (DME = -0.482, P < 0.05). En conclusión, la adición de taninos en dietas para ovinos podría utilizarse como estrategia para reducir el estrés oxidativo en los animales y para mejorar la estabilidad oxidativa de la carne, y en consecuencia aumentar su vida útil.

Palabras clave: *meta regresión, antioxidantes naturales, compuestos polifenólicos.*

INTRODUCCION

Durante varios años diversos productos sintéticos, tales como los anabólicos y antioxidantes se han utilizado para mejorar el crecimiento y el estado antioxidante de los animales, pero también para mejorar la calidad de la carne (Valenzuela-Grijalva *et al.*, 2017; Pateiro *et al.*, 2018). Sin embargo, el uso inapropiado de estos productos da como resultado la acumulación de residuos tóxicos en la carne, los cuáles pueden afectar la salud del consumidor (Mund *et al.*, 2017; Manassis *et al.*, 2020). Esto ha conducido a la búsqueda de alternativas naturales a los productos sintéticos, que puedan ser utilizadas para mejorar el estado antioxidante y la estabilidad oxidativa de la carne del ganado (Valenzuela-Grijalva *et al.*, 2017; Pateiro *et al.*, 2018).

La suplementación dietética con compuestos bioactivos puede mejorar el estado antioxidante y la estabilidad oxidativa de la carne de pequeños rumiantes (Falowo *et al.*, 2014; Manassis *et al.*, 2020). Entre los diferentes compuestos bioactivos, los taninos (TANs) han despertado interés por sus posibles aplicaciones en alimentación animal (Huang *et al.*, 2018). Los TANs son un grupo de compuestos polifenólicos que se pueden dividir en taninos condensados (TCs) y taninos hidrolizables (THs) con base en su estructura química (Naumann *et al.*, 2017).



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Estudios previos han evaluado los efectos de la suplementación dietética con TANs sobre el estado antioxidante del suero sanguíneo (Liu *et al.*, 2016; Wang *et al.*, 2019) y la estabilidad oxidativa de la carne de ovinos (Biondi *et al.*, 2019; Natalello *et al.*, 2020). Sin embargo, los resultados observados aún son inconsistentes, probablemente como consecuencia de la variabilidad en las condiciones de alimentación, la edad de los animales, el tipo, la dosis y la fuente de TANs utilizados entre los diferentes estudios (Jerónimo *et al.*, 2016; Huang *et al.*, 2018). Por lo anterior, identificar los factores que contribuyen a esta variabilidad es un aspecto clave en el desarrollo de productos conteniendo TANs que puedan ser utilizados para mejorar el estado antioxidante y la estabilidad oxidativa de la carne de ovinos. El metaanálisis (MA) es una herramienta estadística que permite sintetizar los datos publicados de manera cuantitativa (Borenstein *et al.*, 2009; Doré *et al.*, 2011). Además, el MA permite explorar las fuentes de heterogeneidad, lo que permite obtener información adicional sobre los factores que pueden contribuir a la variabilidad de los resultados observados en respuesta a un tratamiento específico (Higgins *et al.*, 2003). El objetivo de este metaanálisis fue evaluar el efecto de la suplementación dietética con taninos en el estado antioxidante del suero sanguíneo y la estabilidad oxidativa de la carne de ovinos. También se examinó la heterogeneidad de las respuestas mediante análisis de meta regresión, para identificar factores que contribuyen a la variabilidad observada en las variables de respuesta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Búsqueda de literatura y selección de estudios

Para identificar los estudios que evaluaron el efecto de la suplementación con TANs en el estado antioxidante y la estabilidad oxidativa de la carne de ovinos, se realizó la búsqueda sistemática de literatura en las bases de datos científicas de Web of Science, Scopus, ScindeDirect y PubMed. En todas las bases de datos se utilizaron las siguientes palabras clave: tannin, lamb, sheep, antioxidant status, and oxidative stability. El proceso de búsqueda y selección se limitó a los resultados de trabajos publicados entre enero de 2010 y febrero de 2021, y se identificaron 1122 publicaciones científicas. Estas publicaciones pasaron por un proceso de selección de dos pasos como fue previamente descrito por Herremans *et al.* (2020). Primero, se realizó una selección de títulos y resúmenes excluyendo los estudios de simulación, las revisiones, estudios *in vitro* y los artículos que no midieron las variables de interés. Posteriormente, para ser considerados, los estudios debían cumplir algunos criterios de inclusión previamente utilizados por otros autores (Lean *et al.*, 2014; Herremans *et al.*, 2020): 1) usar ganado ovino y especificar el procedimiento utilizado para asignar los animales aleatoriamente dentro de los tratamientos; 2) datos de estado antioxidante del plasma sanguíneo y/o estabilidad oxidativa de la carne; 3) similitud entre los grupos control y experimentales excepto por la presencia de TANs; 4) cuantificación o posible determinación de la cantidad de TANs en la dieta; 5) artículos de revistas revisadas por pares y escritos en idioma inglés; 6) medias de mínimos cuadrados de los grupos control y experimentales con medidas de variabilidad (error estándar o desviación estándar); y 7) tamaño de muestra utilizado.

Extracción de datos

Con base en los criterios de inclusión, en la base de datos para el análisis final solo se incluyeron 21 artículos. Las variables de respuesta que se extrajeron para el metaanálisis incluyeron: la capacidad antioxidante total y la actividad de las enzimas antioxidantes en el plasma sanguíneo, así como el contenido de malondialdehído (como indicador de la peroxidación lipídica) de suero sanguíneo y de la carne, y el contenido de metamioglobina (como indicador de la oxidación de la mioglobina) de la carne. Además, cuando estuvieron disponibles, se recopilaron datos adicionales, tales como: características del estudio publicado (autor, año de publicación), número de repeticiones, período de suplementación con TANs, tipo de TANs (TCs, THs o mezcla de ambos), fuente de origen botánico de los TANs, cantidad de TANs en la dieta (g/kg de materia seca (MS)), y método de inclusión de los TANs (extracto o naturalmente presente en la dieta). Las referencias de los artículos incluidos en el conjunto de datos se encuentran en el Cuadro 1. De estos artículos se extrajeron los promedios, la desviación estándar (DE) y el número de repeticiones de cada tratamiento. Cuando los artículos presentaron la DE de cada grupo



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

experimental, estos valores se utilizaron directamente en el metaanálisis. En los casos en que no se informó la DE, ésta se calculó multiplicando el error estándar de las medias (EEM) por la raíz cuadrada del tamaño de la muestra, utilizando la ecuación: $DE = EEM \times \sqrt{n}$, tal como fue previamente informado por Higgins y Thomas (2019), donde n = número de repeticiones.

Análisis estadístico

Los datos del metaanálisis y la meta regresión se analizaron utilizando el software estadístico Open Meta-analyst for Ecology and Evolution (Wallace *et al.*, 2016). Las variables de respuesta se analizaron a través de la diferencia media estandarizada (DME), también denominada tamaño del efecto (TE), en la cual la diferencia entre las medias del grupo experimental y el grupo control se estandarizó utilizando las DE de los grupos con y sin TANs (Hedges, 1981). Las DME fueron calculadas utilizando los métodos previamente descritos por DerSimonian y Laird (DerSimonian y Laird, 1986) para los modelos de efectos aleatorios. La DME es una estimación más sólida del TE cuando en el conjunto de datos existe heterogeneidad (Lean *et al.*, 2009).

Heterogeneidad

La heterogeneidad se midió mediante la prueba de ji cuadrado (Q) y la estadística I² (Higgins y Thompson, 2002). Debido al poder relativamente bajo que tiene la prueba de Q para detectar heterogeneidad entre un pequeño número de comparaciones de tratamientos, se utilizó un nivel α de 0.10 (Egger *et al.*, 2001; Lean *et al.*, 2009). Los valores de I² se ubican entre 0 y 100%, valores cercanos al 25% indican baja heterogeneidad, cerca del 50% indica heterogeneidad moderada y cerca del 75% indica alta heterogeneidad entre los estudios (Borenstein *et al.*, 2009; Higgins *et al.*, 2003). Asimismo, valores de I² mayores que 50% indican heterogeneidad significativa (Lean *et al.*, 2014).

Cuadro 1. Descripción de los estudios incluidos en el metaanálisis.

Referencia	Edad, meses	Fuente de Tanino	Tipo de tanino	Método de inclusión	Dosis, g/kg MS	Duración, días
Bhatt <i>et al.</i> (2020)	>3	PA, ER	M	N	≤20	>70
Biondi <i>et al.</i> (2019)	≤3	AM, CS	M	E	>20	>70
Buccioni <i>et al.</i> (2017)	>3	CS, QU	TC, TH	E	>20	≤70
Chikwanha <i>et al.</i> (2019)	>3	VV	M	N	>20	≤70
Dey <i>et al.</i> (2015)	>3	FI	M	N	>20	>70
Francisco <i>et al.</i> (2018)	≤3	CL	TC	N	≤20	≤70
Gruffat <i>et al.</i> (2020)	≤3	OV	TC	N	>20	>70
Jerónimo <i>et al.</i> (2012)	≤3	VV, CL	TC	E, N	≤20	≤70
Leparmarai <i>et al.</i> (2019)	>3	VV	M	E	≤20	>70
Liu <i>et al.</i> (2016)	>3	CS	TH	E	≤20	≤70
López-Andrés <i>et al.</i> (2013)	≤3	QU	TC	E	>20	≤70
Flores <i>et al.</i> (2021)	>3	VV	M	N	≤20	>70
Natalello <i>et al.</i> (2020)	≤3	PG	M	N	≤20	≤70
Odhaib <i>et al.</i> (2018)	>3	RO, NS, M	M	N	≤20	>70
Peng <i>et al.</i> (2016)	>3	DP	TC	N	>20	>70
Po <i>et al.</i> (2012)	≤3	ILP	TC	N	≤20	≤70
Rajabi <i>et al.</i> (2017)	-	PG	M	N	≤20	>70
Sun <i>et al.</i> (2018)	-	SB	TC	N	≤20	≤70
Valenti <i>et al.</i> (2019)	≤3	AM, QU, CS	TC, TH	E	>20	>70
Wang <i>et al.</i> (2019)	>3	CA	M	N	≤20	>70
Zhong <i>et al.</i> (2016)	≤3	SB	TC	N	≤20	>70

M: mezcla de plantas; PA: *Pimpinela anisum*; ER: *Eucalyptus rudis*; AM: *Acacia mearnsii*; CS: *Cesalpinia spinosa*; FI: *Ficus infectoria*; CS: *Castanea sativa*; QU: quebracho (*Schinopsis spp.*); VV: *Vitis vinifera*;



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

CL: *Cistus ladanifer*; OP: *Orbignya phalerata*; Clep: *Combretum leprosum*; LC: *Lotus corniculatus*; OV: *Onobrychis viciifolia*; VAC: *Vaccinium vitis-idaea*; CA: *Corylus avellana*; DP: *Dalea purpurea*; ILP: *Ilex paraguarensis*; PG: *Punica granatum*; SB: *Sorghum bicolor*; TH: taninos hidrolizables; TC: taninos condensados; E: extracto; N: naturalmente presente en los ingredientes de la dieta.

Meta regresión

Las fuentes de heterogeneidad de los parámetros que mostraron un I² mayor al 50% (Higgins y Thompson, 2002) o Q con un nivel α de ≤ 0.10 (Egger *et al.*, 2001), fueron evaluadas mediante análisis de meta regresión. El análisis de meta regresión solo fue realizado para las variables de respuesta que se informaron en al menos 10 estudios (Littell *et al.*, 2008). La meta regresión fue estimada mediante el método de momentos de DerSimonian y Laird, el cual está bien establecido para estimar la varianza entre estudios (Borenstein *et al.*, 2009). El R² ajustado para el modelo, que representa la proporción de varianza (heterogeneidad) entre estudios explicada por las covariables, se calculó comparando la varianza estimada entre estudios cuando las covariables se incluyeron en el modelo (σ^2) con los valores correspondientes cuando fueron excluidos (σ^2_0); R² ajustado (%) = $(\sigma^2 - \sigma^2_0) / \sigma^2_0$ (Harbord y Higgins, 2008). En la meta regresión se utilizaron variables continuas y categóricas. Las variables continuas fueron: dosis de TANs (g/kg de MS), y duración de la fase experimental (días). Las variables categóricas fueron: tipo de TANs (TCs, THs o mezcla de ambos), fuente de origen botánico de los TANs, método con que se suministraron los TANs (extracto o como parte de algún ingrediente de la dieta), y edad de los animales (≤ 3 meses de edad o > 3 meses de edad). Cuando las covariables categóricas fueron significativas a un nivel α de ≤ 0.05 , la DME se evaluó mediante análisis de subgrupos. Asimismo, cuando la meta regresión fue significativa ($p \leq 0.05$) para nivel de suplementación y duración de la fase experimental, éstas covariables se evaluaron mediante análisis de subgrupos dividiendo las covariables de la siguiente manera: nivel de suplementación de TANs en la dieta (≤ 20 o > 20 g/kg de MS); y duración de la fase experimental (≤ 70 o > 70 días).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estado antioxidante del suero sanguíneo

En el Cuadro 2 se observa que la suplementación dietética con TANs aumentó la capacidad antioxidante total (TAC), y la actividad de las enzimas catalasa (CAT) y glutatión peroxidasa (GPx) en el suero sanguíneo ($p < 0.05$). No se observó impacto significativo de la inclusión de TANs en la dieta sobre la actividad de la enzima superóxido dismutasa (SOD; $p > 0.05$) en suero sanguíneo. Por otro lado, el contenido de malondialdehído en suero sanguíneo (MDAs) fue menor en los ovinos suplementados con TANs ($P < 0.05$; Cuadro 2).

Cuadro 2. Estado antioxidante en plasma sanguíneo de ovinos suplementados con taninos.

Variable	N	NC	DME	SE	95 % IC		p-valor	Heterogeneidad		
					Inferior	Superior		Q	p-valor	I ² (%)
TAC	8	14	1.352	0.238	0.886	1.817	<0.001	31.960	0.002	59.32
SOD	5	11	-0.379	0.435	-1.232	0.473	0.383	57.059	<0.001	82.47
CAT	4	9	0.797	0.328	0.154	1.441	0.015	20.678	0.008	61.31
GPx	3	6	0.801	0.209	0.392	1.211	<0.001	2.267	0.811	0
MDAs	5	11	-0.571	0.268	-1.096	-0.046	0.033	24.884	0.006	59.81

N: número de estudios; NC: número de comparaciones; DME: diferencia media estandarizada; CI: intervalo de confianza de DME; EE: error estándar. Q: estadística de chi-cuadrado y nivel de significancia asociado (p-valor); I²: porcentaje de variación; TAC: capacidad antioxidante total en suero sanguíneo; SOD: actividad de superóxido dismutasa en suero sanguíneo; CAT: actividad de catalasa en suero sanguíneo; GPx: actividad de glutatión peroxidasa en suero sanguíneo; MDAs: contenido de malondialdehído en suero sanguíneo.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

La TAC es un parámetro integrado que considera todos los antioxidantes presentes en el plasma sanguíneo (Ghiselli *et al.*, 2000). En el presente estudio se observó que la TAC aumentó en respuesta a la suplementación dietética con TANs, lo que sugiere que los TANs pueden mejorar el estado antioxidante de los ovinos. Aunque no existen valores de referencia para TAC en rumiantes (Celi, 2011), los cambios de TAC plasmática luego de la suplementación con alimentos ricos en antioxidantes proporcionan información sobre la absorción y biodisponibilidad de los compuestos antioxidantes ingeridos (Ghiselli *et al.*, 2000). Por lo tanto, aunque el destino metabólico de los TANs ingeridos por rumiantes aún no se comprende del todo (Wang *et al.*, 2019), los resultados observados en el presente metaanálisis sugieren que los TANs ingeridos por ovinos pueden ser degradados y absorbidos en el tracto gastrointestinal, para posteriormente ser transferidos al torrente sanguíneo y servir como antioxidantes exógenos.

La acumulación excesiva de sustancias prooxidantes, tales como las especies reactivas de oxígeno (ROS), puede ocasionar estrés oxidativo en rumiantes (Celi, 2011; Cuervo *et al.*, 2021). Algunas enzimas antioxidantes, tales como GPx, SOD y CAT son importantes porque pueden convertir ROS en compuestos menos nocivos para el organismo (Gessner *et al.*, 2017), y en consecuencia reducen los daños mediados por ROS sobre las macromoléculas biológicas (Masella *et al.*, 2005; Peng *et al.*, 2016). Por otro lado, aunque las ROS pueden atacar todas las biomoléculas, los lípidos son particularmente susceptibles, por lo que los biomarcadores de la peroxidación lipídica son considerados los mejores indicadores del estrés oxidativo (Celi, 2014). En el presente metaanálisis, la suplementación dietética con TANs aumentó la actividad de las enzimas antioxidantes (CAT y GPx) y redujo el contenido de MDAs como indicador de oxidación lipídica en el suero sanguíneo de los ovinos. Esto sugiere que la inclusión de TANs en la dieta podría utilizarse como estrategia alimenticia para mitigar el estrés oxidativo de los ovinos, lo que podría mejorar la salud de los animales (Cuervo *et al.*, 2021).

Estabilidad oxidativa de la carne

En el Cuadro 3 se observa que el contenido de malondialdehído (MDAc) y el contenido de metamioglobina (MetMb) de la carne, disminuyeron en respuesta a la suplementación dietética con TANs ($P < 0.05$; Cuadro 3).

Cuadro 3. Estabilidad oxidativa de carne de ovinos suplementados con taninos.

Variable	N	NC	DME	SE	95 % IC		p-valor	Heterogeneidad		I ² (%)
					Inferior	Superior		Q	p-valor	
MDAc	10	29	-2.020	0.326	-2.659	-1.380	<0.001	195.957	<0.001	85.65
MetMb	3	6	-0.482	0.222	-0.916	-0.047	0.030	5.246	0.387	4.68

N: número de estudios; NC: número de comparaciones; DME: diferencia media estandarizada; CI: intervalo de confianza de DME; EE: error estándar. Q: estadística de chi-cuadrado y nivel de significancia asociado (p-valor); I²: porcentaje de variación; MDAc: contenido de malondialdehído en carne; MetMb: contenido de metamioglobina en carne.

Las reacciones de oxidación durante la fabricación, distribución y almacenamiento de los productos cárnicos pueden ocasionar cambios fisicoquímicos y aromas indeseables que afectan la calidad del producto final (Pateiro *et al.*, 2018). Por ejemplo, la oxidación de la mioglobina y los lípidos pueden ocasionar decoloración y desarrollo de mal sabor en la carne, respectivamente (Faustman *et al.*, 2010). En el presente metaanálisis la oxidación lipídica y la oxidación de la mioglobina de la carne disminuyeron en respuesta a la suplementación dietética con TANs. Esto sugiere que los TANs podrían utilizarse para retardar la decoloración y aparición de mal sabor de la carne, y en consecuencia mejorar la calidad y vida útil de los productos cárnicos.

Meta regresión y análisis de subgrupos

Se observó heterogeneidad (Q) significativa para TAC, CAT, SOD, MDAs ($p < 0.05$; Cuadro 2), y MDAc ($P < 0.001$; Cuadro 3). Sin embargo, no es recomendable utilizar meta regresión cuando hay menos de



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

10 estudios que informaron la variable respuesta de interés (Littell *et al.*, 2008). Por lo tanto, este análisis solo se realizó para la variable MDAC. Se observó relación significativa ($P < 0.05$) entre MDAC y la dosis de TANs, el periodo de suplementación, la edad de los animales, el tipo de TANs, la fuente de TANs y el método de inclusión de los TANs en la dieta, y éstas covariables explicaron el 100% de la heterogeneidad (R^2 ajustado) observada en MDAC.

En el Cuadro 4 se observa que MDAC disminuyó independientemente del periodo de suplementación utilizado ($P < 0.01$). Además, MDAC disminuyó en respuesta a la suplementación dietética con TANs independientemente de la dosis utilizada ($P < 0.05$). Sin embargo, la reducción fue mayor con dosis de TANs inferiores a 20 g/kg de MS. Estos resultados sugieren que los TANs pueden mejorar la estabilidad oxidativa de la carne cuando se suministran a la dieta en dosis bajas, pero en altas concentraciones podrían tener efectos prooxidantes en la carne.

El análisis de subgrupos reveló que la oxidación lipídica de la carne disminuyó significativamente solo cuando los TANs fueron suministrados en animales de más de tres meses de edad ($P < 0.001$; Cuadro 4). Esto probablemente ocurrió porque la presencia de microorganismos en el rumen aumenta con la edad de los animales (Jami *et al.*, 2013), y la acción de los microorganismos ruminales aumenta la biodisponibilidad de los TANs ingeridos en ovinos (Gladine *et al.*, 2007).

MDAC disminuyó ($P < 0.001$) cuando se suministraron ingredientes conteniendo TANs en forma natural en las dietas, pero no fue afectada cuando se usaron extractos de TANs ($P > 0.05$). Con respecto a la fuente de TANs, MDAC solo disminuyó significativamente cuando los TANs provenían de *Vitis vinífera*, *Rosmarinus officinalis*, *Nigella sativa*, *Sorgum bicolor* y mezclas de plantas ($P < 0.05$; Cuadro 4). La suplementación con mezclas de TCs y THs disminuyó MDAC ($P < 0.001$), pero no hubo cambios ($P > 0.05$) de MDAC en animales suplementados con TCs o THs por separado. Estos resultados sugieren un efecto sinérgico entre ambos tipos de TANs para reducir la oxidación lipídica de la carne. Aunque se ha demostrado que los TANs tienen alta actividad antioxidante (Fraga-Corral *et al.*, 2021), su efecto en la capacidad antioxidante de los tejidos musculares parece depender de la efectividad con que pueden ser absorbidos a través del tracto gastrointestinal (López-Andrés *et al.*, 2013). Con respecto a esto, se ha informado que algunos TCs no pueden ser degradados ni absorbidos en el tracto gastrointestinal de los ovinos (López-Andrés *et al.*, 2013). Por el contrario, algunos THs actúan durante poco tiempo porque se transfieren rápidamente al plasma sanguíneo en ovejas (Gladine *et al.*, 2007). Efectos similares del uso individual de TCs y THs en los ovinos explicarían parcialmente los resultados observados en el presente metaanálisis.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Cuadro 4. Análisis de subgrupos del efecto de la suplementación dietética con taninos en el contenido de malondialdehído (MDAc) en carne de ovinos.

Subgrupo	DME	EE	95 % IC		p-valor
			Inferior	Superior	
Dosis					
≤20 g/kg de MS	-2.735	0.458	-3.632	-1.838	<0.001
>20 g/kg de MS	-1.058	0.417	-1.875	-0.241	0.011
Duración, días					
≤70 días	-0.784	0.233	-1.241	-0.327	<0.001
>70 días	-2.706	0.466	-3.620	-1.792	<0.001
Edad					
≤3 meses	-0.320	0.173	-0.660	0.019	0.065
>3 meses	-4.489	0.607	-5.680	-3.298	<0.001
Tipo de tanino					
Condensado	-0.313	0.218	-0.739	0.114	0.151
Hidrolizable	-0.106	0.334	-0.762	0.549	0.751
Mezcla	-3.666	0.543	-4.730	-2.602	<0.001
Método de inclusión					
Extracto	-0.159	0.219	-0.587	0.270	0.468
Naturalmente presente	-2.664	0.413	-3.474	-1.855	<0.001
Fuente de TAN					
<i>Acacia mearnsii</i>	0.178	0.379	-0.565	0.920	0.639
<i>Caesalpinia spinosa</i>	-0.261	0.380	-1.005	0.483	0.492
<i>Cistus ladanifer</i>	-0.348	0.353	-1.039	0.343	0.324
<i>Onobrychis viciifolia</i>	0.366	0.292	-0.206	0.938	0.210
<i>Vitis vinifera</i>	-3.106	0.852	-4.776	-1.437	<0.001
<i>Rosmarinus officinalis</i>	-5.479	0.828	-7.103	-3.856	<0.001
<i>Nigella sativa</i>	-6.022	0.793	-7.575	-4.469	<0.001
<i>Sorghum bicolor</i>	-0.843	0.352	-1.533	-0.152	0.017
Mezcla de plantas	-5.184	0.698	-6.553	-3.816	<0.001

DME: diferencia media estandarizada; CI: intervalo de confianza de DME; EE: error estándar.

CONCLUSIONES

La suplementación dietética con taninos mejora la capacidad antioxidante total y la actividad de las enzimas antioxidantes en el plasma sanguíneo de los ovinos. Además, los taninos reducen la oxidación lipídica en el suero sanguíneo y en la carne de los ovinos. Los mejores resultados de oxidación lipídica de la carne se observan con el uso de mezclas de taninos condensados y taninos hidrolizables, con periodos de suplementación mayores a 70 días, utilizando dosis menores o iguales a 20 g/kg de materia seca, en animales mayores a 3 meses de edad, y cuando los taninos se suministran en forma natural como ingredientes en la dieta.

LITERATURA CITADA

Bhatt, R.S., Sahoo, A., Sarkar, S., Soni, L., Sharma, P., and Gaddekar, Y.P. 2020. Dietary supplementation of plant bioactive-enriched aniseed straw and eucalyptus leaves modulates tissue fatty acid profile and nuggets quality of lambs. *Animal*. 14: 2642-2651.

Biondi, L., Rabdazzo, C.L., Russo, N., Pino, A., Natalello, A., Van Hoorde, K., and Caggia, C. 2019. Dietary Supplementation of Tannin-Extracts to Lambs: Effects on Meat Fatty Acids Composition and Stability and on Microbial Characteristics. *Foods*. 8: 469.

Borenstein, M., Hedges, L.V., Higgins, J.P.T., and Rothstein, H.R. 2009. *Introduction to Meta-Analysis*. (1st ed.). John Wiley and Sons, Ltd., Chichester, United Kingdom, 413 p.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

- Buccioni, A., Pauselli, M., Minieri, S., Roscini, V., Mannelli, F., Rapaccini, S., Lupi, P., Conte, G., Serra, A., and Cappucci, A. 2017. Chestnut or quebracho tannins in the diet of grazing ewes supplemented with soybean oil: Effects on animal performances, blood parameters and fatty acid composition of plasma and milk lipids. *Small Ruminant Research*. 153: 23–30.
- Celi, P. 2010. Biomarkers of oxidative stress in ruminant medicine. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*. 33: 233–240.
- Celi, P. 2011. Oxidative stress in ruminants. *In: Mandelker, L., and Vajdovich, P. (eds.) Studies on Veterinary Medicine. Oxidative Stress in Applied Basic Research and Clinical Practice*. First ed. Humana Press, New York, U.S.A. pp. 191–231.
- Chikwanha, O.C., Moelich, E., Gouws, P., Muchenje, V., Nolte, J.V.E., Dugan, M.E.R., and Mapiye, C. 2019. Effects of feeding increasing levels of grape (*Vitis vinifera* cv. Pinotage) pomace on lamb shelf-life and eating quality. *Meat Science*. 157: 107887.
- Cuervo, W., Sordillo, L.M., and Abuelo, A. 2021. Oxidative Stress Compromises Lymphocyte Function in Neonatal Dairy Calves. *Antioxidants*. 10: 255.
- DerSimonian, R., and Laird, N. 1986. Meta-analysis in clinical trials. *Controlled Clinical Trials*. 7: 177–188.
- Dey, A., Dutta, N., Pattanaik, A.K., and Sharma, K. 2015. Antioxidant status, metabolic profile and immune response of lambs supplemented with tannin rich *Ficus infectoria* leaf meal. *Japanese Journal of Veterinary Research*. 63: 15–24.
- Doré, T., Makowski, D., Malézieux, E., Munier-Jolain, N., Tchamitchian, M., and Tiftonell, P. 2011. Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: Revisiting methods, concepts and knowledge. *European Journal of Agronomy*. 34: 197–210.
- Egger, M., Smith, G.D., and Altman, D.G. 2001. *Systematic reviews in health care*. Second ed. MJB Publishing Group, London, United Kingdom. pp. 109–121.
- Falowo, A.B., Fayemi, P.O., and Muchenje, V. 2014. Natural antioxidants against lipid–protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. *Food Research International*. 2014, 64, 171–181.
- Faustman, C., Sun, Q., Mancini, R., and Suman, S. 2010. Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. *Meat Science*. 86: 86–94.
- Flores, D.R.M., da Fonseca, P.A.F., Schmitt, J., Tonetto, C.J., Junior, A.G.R., Hammerschmitt, R.K., Facco, D.B., Brunetto, G., and Nörnberg, J.L. 2021. Lambs fed with increasing levels of grape pomace silage: Effects on meat quality. *Small Ruminant Research*. 195: 106234.
- Fraga-Corral, M., Otero, P., Echave, J., GarciaOliveira, P., Carpena, M., Jarbou, A., Nuñez-Estevéz, B., Simal-Gandara, J., and Prieto, M.A. 2021. By-Products of Agri-Food Industry as Tannin-Rich Sources: A Review of Tannins' Biological Activities and Their Potential for Valorization. *Foods*. 10: 137.
- Francisco, A., Alves, S.P., Portugal, P.V., Dentinho, M.T., Jerónimo, E., Sengo, S., Almeida, J., Bressan, M.C., Pires, V.M.R., Alfaia, C.M., Prates, J.A.M., Bessa, R.J.B., and Santos-Silva, J. 2018. Effects of dietary inclusion of citrus pulp and rockrose soft stems and leaves on lamb meat quality and fatty acid composition. *Animal*. 12: 872–881.
- Gessner, D.K., Ringseis, R., and Eder, K. 2017. Potential of Plant Polyphenols to Combat Oxidative Stress and Inflammatory Processes in Farm Animals. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 101: 605–628.
- Ghiselli, A., Serafini, M., Natella, F., and Scaccini, C. 2000. Total antioxidant capacity as a tool to assess redox status: Critical view and experimental data. *Free Radical Biology and Medicine*. 29: 1106–1114.
- Gladine, C., Rock, E., Morand, C., Bauchart, D., and Durand, D. 2007. Bioavailability and Antioxidant Capacity of Plant Extracts Rich in Polyphenols, Given as a Single Acute Dose, in Sheep Made Highly Susceptible to Lipoperoxidation. *British Journal of Nutrition*. 98: 691–701.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

- Gruffat, D., Durand, D., Rivaroli, D., do Prado, I.N., and Prache, S. 2020. Comparison of muscle fatty acid composition and lipid stability in lambs stall-fed or pasture-fed alfalfa with or without sainfoin pellet supplementation. *Animal*. 14: 1093-1101.
- Harbord, R.M., and Higgins, J.P. 2008. Meta-regression in Stata. *Stata Journal*. 8: 493-519.
- Hedges, L.V. 1981. Distribution theory for Glass's estimator of effect size and related estimators. *Journal of Educational Statistics*. 6: 107-128.
- Herremans, S., Vanwindekens, F., Decruyenaere, V., Beckers, Y., and Froidmont, E. 2020. Effect of dietary tannins on milk yield and composition, nitrogen partitioning and nitrogen use efficiency of lactating dairy cows: a meta-analysis. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 104: 1209-1218.
- Higgins, J., and Thomas, J. 2019. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* Second ed. John Wiley and Sons Ltd., Chichester, United Kingdom. pp. 143-176.
- Higgins, J.P.T., and Thompson, S.G. 2002. Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Statistics in Medicine*. 21: 1539-1558.
- Higgins, J.P.T., Thompson, S.G., Deeks, J.J., and Altman, D.G. 2003. Measuring inconsistency in meta-analysis. *The BMJ*. 327: 557-560.
- Huang, Q., Liu, X., Zhao, G., Hu, T., and Wang, Y. 2018. Potential and challenges of tannins as an alternative to in-feed antibiotics for farm animal production. *Animal Nutrition*. 4: 137-150.
- Jami, E., Israel, A., Kotser, A., and Mizrahi, I. 2013. Exploring the bovine rumen bacterial community from birth to adulthood. *The ISME Journal*. 7: 1069-1079.
- Jerónimo, E., Alfaia, C.M.M., Alves, S.P., Dentinho, M.T.P., Prates, J.A.M., Vasta, V., Santos-Silva, J., and Bessa, R.J.B. 2012. Effect of dietary grape seed extract and *Cistus ladanifer* L. in combination with vegetable oil supplementation on lamb meat quality. *Meat Science*. 92: 841-847.
- Jerónimo, E., Pinheiro, C., Lamy, E., Dentinho, M.T., Sales-Baptista, E., Lopes, O., and Capela e Silva, F. 2016. Tannins in ruminant nutrition: Impact on animal performance and quality of edible products. *In: Combs, C.A. (ed.) Tannins: Biochemistry, Food Sources and Nutritional Properties*. Nova Science Publishers Inc., New York, USA. pp. 121-168.
- Lean, I.J., Rabiee, A.R., Duffield, T.F., and Dohoo, I.R. 2009. Invited review: use of meta-analysis in animal health and reproduction: methods and applications. *Journal of Dairy Science*. 92: 3545-3565.
- Lean, I.J., Thompson, J.M., and Dunshea, F.R. 2014. A Meta-Analysis of Zilpaterol and Ractopamine Effects on Feedlot Performance, Carcass Traits and Shear Strength of Meat in Cattle. *PLoS ONE*. 9: e115904.
- Leparmarai, P.T., Sinz, S., Kunz, C., Liesegang, A., Ortmann, S., Kreuzer, M., and Marquardt, S. 2019. Transfer of total phenols from a grapeseed-supplemented diet to dairy sheep and goat milk, and effects on performance and milk quality. *Journal of Animal Science*. 97: 1840-1851.
- Littell, J.H., Corcoran, J., and Pillai, V. 2008. *Systematic Reviews and Meta-Analysis*. First ed. Oxford University Press, Oxford, United Kingdom. pp. 111-132.
- Liu, H., Li, K., Lv, M., Zhao, J., and Xiong, B. 2016. Effects of chestnut tannins on the meat quality, welfare, and antioxidant status of heat-stressed lambs. *Meat Science*. 116: 236-242.
- López-Andrés, P., Luciano, G., Vasta, V., Gibson, T.M., Biondi, L., Priolo, A., and Mueller-Harvey, I. 2013. Dietary quebracho tannins are not absorbed, but increase the antioxidant capacity of liver and plasma in sheep. *British Journal of Nutrition*. 110: 632-639.
- Manessis, G., Kalogianni, A.I., Lazou, T., Moschovas, M., Bossis, I., and Gelasakis, A.I. 2020. Plant-Derived Natural Antioxidants in Meat and Meat Products. *Antioxidants*. 9: 1215.
- Masella, R., Di Benedetto, R., Vari, R., Filesi, C., and Giovannini, C. 2005. Novel mechanisms of natural antioxidant compounds in biological systems: Involvement of glutathione and glutathione-related enzymes. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 16: 577-586.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

- Mund, M.D., Khan, U.H., Tahir, U., Mustafa, B.E., and Fayyaz, A. 2017. Antimicrobial drug residues in poultry products and implications on public health: A review. *International Journal of Food Properties*. 20: 1433–1446.
- Natalello, A., Priolo, A., Valenti, B., Codini, M., Mattioli, S., Pauselli, M., Puccio, M., Lanza, M., Stergiadis, S., and Luciano, G. 2020. Dietary pomegranate by-product improves oxidative stability of lamb meat. *Meat Science*. 162: 108037.
- Naumann, H.D., Tedeschi, L.O., Zeller, W.E., and Huntley, N.F. 2017. The role of condensed tannins in ruminant animal production: advances, limitations and future directions. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 46: 929-949.
- Odhaib, K.J., Adeyemi, K.D., and Sazili, A.Q. 2018. Carcass traits, fatty acid composition, gene expression, oxidative stability and quality attributes of different muscles in Dorper lambs fed *Nigella sativa* seeds, *Rosmarinus officinalis* leaves and their combination. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 31: 1345–1357.
- Pateiro, M., Barba, F.J., Domínguez, R., Sant’Ana, A.S., Mousavi Khaneghah, A., Gavahian, M., Gómez, B., and Lorenzo, J.M. 2018. Essential oils as natural additives to prevent oxidation reactions in meat and meat products: A review. *Food Research International*. 113: 156–166.
- Peng, K., Shirley, D.C., Xu, Z., Huang, Q., Mcallister, T.A., Chaves, A.V., Acharya, S., Liu, C.L., Wang, S.X., and Wang, Y.X. 2016. Effect of purple prairie clover (*Dalea purpurea* vent.) hay and its condensed tannins on growth performance, wool growth, nutrient digestibility, blood metabolites and ruminal fermentation in lambs fed total mixed rations. *Animal Feed Science and Technology*. 222: 100–110.
- Po, E., Horsburgh, K., Raadsma, H.W., and Celi, P. 2012. Yerba Mate (*Ilex paraguayensis*) as a novel feed supplement for growing lambs. *Small Ruminant Research*. 106: 131–136.
- Rajabi, M., Rouzbehan, Y., and Rezaei, J. 2017. A strategy to improve nitrogen utilization, reduce environmental impact, and increase performance and antioxidant capacity of fattening lambs using pomegranate peel extract. *Journal of Animal Science*. 95: 499–510.
- Sun, H.X., Gao, T.S., Zhong, R.Z., Fang, Y., Di, G.L., and Zhou, D.W. 2018. Effects of corn replacement by sorghum in diets on performance, nutrient utilization, blood parameters, antioxidant status and meat colour stability in lambs. *Canadian Journal of Animal Science*. 98: 723–731.
- Valenti, B., Natalello, A., Vasta, V., Campidonico, L., Roscini, V., Mattioli, S., Pauselli, M., Priolo, A., Lanza, M., and Luciano, G. 2019. Effect of different dietary tannin extracts on lamb growth performances and meat oxidative stability: Comparison between mimosa, chestnut and tara. *Animal*. 13: 435–443.
- Valenzuela-Grijalva, N.V., Pinelli-Saavedra, A., Muhlia-Almazan, A., Domínguez-Díaz, D., and González-Ríos, H. 2017. Dietary inclusion effects of phytochemicals as growth promoters in animal production. *Journal of Animal Science and Technology*. 59: 8.
- Wallace, B.C., Lajeunesse, M.J., Dietz, G., Dahabreh, I.J., Trikalinos, T.A., Schmid, C.H., and Gurevitch, J. 2016. OpenMEE: intuitive, open-source software for metaanalysis in ecology and evolutionary biology. *Methods in Ecology and Evolution*. 8: 941–947.
- Wang, S., Giller, K., Hillmann, E., Marquardt, S., and Schwarm, A. 2019. Effect of supplementation of pelleted hazel (*Corylus avellana*) leaves on blood antioxidant activity, cellular immune response and heart beat parameters in sheep. *Journal of Animal Science*. 97: 4496– 4502.
- Zhong, R.Z., Fang, Y., Wang, Y., Sun, H., and Zhou, D. 2016. Effects of substituting finely ground sorghum for finely ground corn on feed digestion and meat quality in lambs infected with *Haemonchus contortus*. *Animal Feed Science and Technology*. 211: 31–40.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

CALIDAD DE CARNE DE CORDEROS SUPLEMENTADOS CON UN ADITIVO POLIHERBAL

MEAT QUALITY OF LAMBS SUPPLEMENTED WITH A POLYHERBAL ADDITIVE

¹Dorantes-Iturbide, G., ¹Orzuna-Orzuna, J.F., ¹Lara-Bueno, A., ²Mendoza-Martínez, G.D.,
¹Miranda-Romero, L.A.

¹Posgrado en Producción Animal, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.

²Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México, México.

Autor para correspondencia: alarab_11@hotmail.com

RESUMEN

La suplementación dietética con productos herbales puede ser una estrategia prometedora para mejorar la calidad de la carne de pequeños rumiantes. El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de la suplementación dietética de un aditivo polihierbal (AP) en la calidad de carne de corderos durante la engorda final. Treinta y seis corderos machos Dorper x Katahdin (23.27 ± 1.23 kg de peso vivo) alojados en corrales individuales fueron asignados aleatoriamente en cuatro tratamientos ($n = 9$): 1) dieta basal sin aditivo polihierbal (DTES); 2) DTES + 1 g de AP/kg de MS (N1AP); 3) DTES + 2 g de AP/kg de MS (N2AP); y 4) DTES + 3 g de AP/kg de MS (N3AP). No hubo efectos ($P > 0.05$) de AP sobre el color (L^* y a^*) y la composición química de la carne. El pH y la pérdida por goteo de la carne aumentaron linealmente ($P < 0.05$) cuando se incrementó la dosis de AP en la dieta. La fuerza de corte de la carne fue menor ($P < 0.05$) en los corderos alimentados con la dieta N3AP. En conclusión, la inclusión dietética de 3 g de AP/kg de MS mejora la terneza de la carne. Sin embargo, dosis altas de AP en la dieta durante la engorda final pueden incrementar las pérdidas por goteo de la carne de corderos.

Palabras clave: *terneza, engorda final, compuestos bioactivos.*

INTRODUCCIÓN

La suplementación dietética con productos herbales parece ser una estrategia prometedora para mejorar el comportamiento productivo y la calidad de la carne de pequeños rumiantes (Vasta y Luciano, 2011). Algunos aditivos polihierbales han mostrado efectos positivos en el comportamiento productivo y la calidad de la carne de ovinos durante la engorda final (Razo *et al.*, 2020; Orzuna-Orzuna *et al.*, 2021). Peptasan® es un aditivo polihierbal (AP) elaborado con plantas procedentes de la India, el cual está estandarizado para contener 150 g de saponinas por kg de producto. Además, este AP está compuesto por partes de las plantas *Balanites roxburghii*, *Acacia concinna* y *Saccharum officinarum*, las cuales tienen altas concentraciones de saponinas, flavonoides y polisacáridos (Chothani y Vaghasiya, 2011; Awais *et al.*, 2018).

Algunas partes de plantas conteniendo saponinas se han utilizado para mejorar la calidad de la carne de cabras adultas y cabritos (Mandal *et al.*, 2014; Hundal *et al.*, 2020). No obstante, existe poca información de los efectos de plantas o AP conteniendo saponinas, flavonoides y polisacáridos, en la calidad de la carne de corderos. El origen botánico, la dosis empleada y la composición de la dieta utilizada pueden influir en la respuesta biológica que las saponinas y otros compuestos bioactivos tienen en los procesos digestivos de los rumiantes (Wina *et al.*, 2005). Aunque el uso de saponinas en la alimentación de rumiantes se ha investigado en animales alimentados con alta proporción de forraje (McMurphy *et al.*, 2014; Molina-Botero *et al.*, 2019), la información sobre los efectos de esos metabolitos bioactivos en rumiantes alimentados con alta proporción de concentrado en la dieta es limitada e inconsistente (Nasehi *et al.*, 2018; Hundal *et al.*, 2020). El objetivo de este estudio fue determinar los efectos de dosis crecientes de un aditivo polihierbal que contiene saponinas, flavonoides y polisacáridos, en la calidad de la carne de corderos alimentados con dietas altas en concentrado durante la engorda final.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El experimento se realizó en la Unidad de Enseñanza e Investigación de Pequeños Rumiantes ubicada en la Granja Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, México, la cual se localiza a 19° 22' latitud norte y 98° 35' longitud oeste, con altitud de 2250 m. El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano y seco en invierno, con temperatura y precipitación media anual de 15.2 °C, y 665 mm, respectivamente (García, 2004). Los procedimientos de cuidado y manejo de los corderos fueron conducidos siguiendo los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana (NOM-062-ZOO, 1999).

Tratamientos y manejo de los animales

Treinta y seis corderos machos cruzados entre las razas Dorper × Katahdin (23.27 ± 1.23 kg de peso vivo (PV) y 4-5 meses de edad) fueron distribuidos aleatoriamente en cuatro tratamientos: 1) DTES = dieta basal sin AP; 2) N1AP = DTES + 1 g de AP/kg de MS; 3) N2AP = DTES + 2 g de AP/kg de MS; y 4) N3AP = DTES + 3 g de AP/kg de MS. Los corderos se alojaron en corrales individuales (2.6 m × 0.8 m) equipados con bebederos automáticos y comederos individuales. Antes del inicio de la fase experimental, los corderos fueron vacunados contra *Clostridium* y *Pasteurella* (2.5 mL/cordero, Bobact® 8 MSD-Merck, Kenilworth, NJ, EE. UU.), y fueron desparasitados mediante administración oral de Koptisin ovine® (10 mg/kg de PV, Chinoin, Labs, Ciudad de México, México). Además, se proporcionó 1 mL/cordero de vitamina ADE (Vigantol® Bayer, Ciudad de México, México) el día 1 del período de adaptación. Los corderos tuvieron un período de adaptación a la dieta basal de 14 días y la fase experimental duró 56 días. El alimento se suministró a las 09:00 y 17:00 h, y el agua de bebida se ofreció *ad libitum*. El peso corporal individual se registró antes de la alimentación matutina los días 1 y 56 de la fase experimental.

Características del aditivo polihierbal y de la dieta utilizada

El AP utilizado fue Peptasan® (Nuproxa S. de RL. de CV. Querétaro, México), el cual está compuesto por partes de plantas de *Saccharum officinarum*, *Balanites roxburghii* y *Acacia concinna*. Este AP está estandarizado para contener 150 g de saponinas por kg de producto. Además, *S. officinarum* contiene polisacáridos con efectos inmunoestimulantes (Awaus *et al.*, 2018); *B. roxburghii* contiene saponinas y flavonoides con propiedades antioxidantes y antimicrobianas (Chothani y Vaghasiya, 2011); y *A. concinna* contiene saponinas con propiedades inmunomoduladoras (Kukhetpitakwong *et al.*, 2006). El AP se suministró a los corderos mezclado con la dieta formulada para tener ganancias de peso de 300 g/d (NRC, 2007). La dosis de AP (1, 2 o 3 g/kg de dieta base seca) fue premezclada con los ingredientes menores (premezcla de vitaminas y minerales, carbonato de calcio y sal común) antes de su incorporación a las dietas completas. La dieta base fue formulada para contener 19.4% paja de avena, 30.3% maíz molido, 24.1% sorgo molido, 8.1% pasta de soya, 7.1% salvado de trigo, 7.4% gluten de maíz, 2.3% grasa de sobrepaso, 0.5% premezcla de vitaminas y minerales, 0.5% sal común y 0.3% carbonato de calcio (base seca). La composición nutrimental de la dieta basal (base seca) fue 15.53% proteína cruda, 2.58% extracto etéreo y 5.47% cenizas (AOAC, 1990); 26.14% fibra detergente neutro y 13.57% fibra detergente ácido (Van Soest *et al.*, 1991); y 2.8 Mcal de energía metabolizable (NRC, 2007).

Calidad de la carne

Después del último pesaje (día 56 del experimento) los corderos tuvieron 16 horas de ayuno previo al sacrificio. El proceso de sacrificio se realizó en un rastro comercial mediante procedimientos estandarizados por la Norma Oficial Mexicana (NOM-033-SAG/ZOO, 2014). De la canal fría, se colectaron muestras de músculo *longissimus dorsi* (aproximadamente 500 g) mismas que fueron congeladas a -20°C para el posterior análisis de calidad de la carne. Para medir la fuerza de corte Warner-Bratzler (WBSF) se cocieron filetes de carne de 2.5 cm de espesor a 70 °C, utilizando una máquina de prueba universal marca Instron® (modelo 1132, Instron, Canton, MA, USA) con accesorio Warner-Bratzler (Wheeler *et al.*, 1997). El color de la carne se determinó 24 h después del sacrificio en cortes del músculo *longissimus dorsi* usando un espectrofotómetro marca Minolta CM-2006d (modelo Konica, Minolta Holdings Inc., Osaka, Japan). Luminosidad (L*), rojidad (a*) y amarillez (b*) como atributos de calidad de la carne, fueron evaluadas utilizando el procedimiento descrito por Miltenburg *et*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

al. (1992). Con los valores de a^* y b^* se estimaron los índices Croma (C^*) y Hue (H^*) mediante las ecuaciones: $Croma = (a^{*2} + b^{*2})^{0.5}$ y $Hue = \tan^{-1}(b^*/a^*) \times 57.29$ ambos expresados en grados (Ripoll *et al.*, 2012). Los valores de las coordenadas de color se determinaron usando el promedio de tres mediciones de color para cada muestra. La determinación del pH de la carne se realizó siguiendo el procedimiento descrito por Negrete *et al.* (2017); éste se midió por triplicado en 3 g de músculo *longissimus dorsi* homogeneizado en 20 mL de agua desionizada con una licuadora de marca Waring 51BL32 (modelo 700, Torrington, CT, USA), usando un pH metro de marca Hanna® (Modelo HI 98127, Waterproof Tester, EE. UU.). La pérdida de líquidos por goteo se determinó por triplicado como porcentaje del agua liberada del músculo fresco (Honikel, 1998). Previo al análisis proximal, las muestras de carne se descongelaron durante 24 horas a 4 °C. La grasa subcutánea y tejido conectivo se separaron del músculo con ayuda de un bisturí, y la carne se molió y homogeneizó durante 5 minutos con una mezcladora. Posteriormente, el contenido de humedad, lípidos, proteína y cenizas como porcentaje de la muestra de músculo fueron determinados por triplicado siguiendo los procedimientos de AOAC (1990).

Análisis estadístico

Los datos se analizaron utilizando el programa estadístico SAS (2017). Primero, se realizó la prueba de normalidad en todas las variables mediante el procedimiento UNIVARIATE. Posteriormente, todos los datos de calidad de la carne fueron analizados usando el procedimiento GLM. Se utilizaron polinomios ortogonales lineales y cuadráticos para evaluar los efectos del nivel de AP en todas las variables. Las medias de tratamientos se compararon utilizando LSMEANS/PDIFF y diferencias significativas fueron consideradas cuando $P \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El pH y la pérdida por goteo de la carne se incrementaron linealmente ($P < 0.05$) a medida que se aumentó la dosis de AP en la dieta (Cuadro 1). La WBSF de la carne disminuyó linealmente al incrementarse el nivel de AP en la dieta ($P = 0.02$). Por otra parte, no se observaron cambios significativos ($P > 0.05$) en las variables de color de la carne, con excepción de la característica amarillosidad (b^*), la cual disminuyó a medida que aumentó la dosis de AP en la dieta ($P = 0.04$). La composición química (humedad, proteína, grasa y cenizas) de la carne no fue afectada ($P > 0.05$) por la dosis de AP en la dieta.

Cuadro 1. Calidad de carne de corderos suplementados con un aditivo polihierbal¹

Variable	Tratamientos					P-valor	
	DTES	N1AP	N2AP	N3AP	EEM	Lineal	Cuadrático
pH (24 h)	5.50 ^{ab}	5.36 ^b	5.69 ^a	5.84 ^a	0.14	0.04	0.32
WBSF (kg/cm ²)	6.47 ^a	6.29 ^a	5.53 ^{ab}	4.73 ^b	0.57	0.02	0.58
Pérdida por goteo (%)	3.55 ^b	4.07 ^{ab}	4.84 ^a	4.81 ^a	0.38	0.01	0.48
Luminosidad (L^*)	36.22	36.20	33.45	34.77	1.27	0.22	0.60
Rojosidad (a^*)	9.23	8.45	9.05	9.23	0.44	0.75	0.28
Amarillosidad (b^*)	10.28 ^a	9.11 ^b	9.45 ^{ab}	8.73 ^b	0.45	0.04	0.62
Croma	13.87	12.46	13.12	12.74	0.51	0.25	0.33
Hue	47.81 ^a	47.12 ^{ab}	46.48 ^{ab}	43.40 ^b	1.65	0.07	0.47
Humedad (g/100 g)	73.70	73.69	73.69	73.58	0.48	0.97	0.99
Proteína (g/100 g)	20.38	20.47	20.59	20.48	0.38	0.94	0.88
Grasa (g/100 g)	2.45	2.46	2.45	2.49	0.07	0.99	0.98
Cenizas (g/100 g)	1.34	1.33	1.33	1.32	0.03	0.82	0.98

¹Peptasan® compuesto por *Saccharum officinarum*, *Balanites roxburghii* y *Acacia concinna*. WBSF — fuerza de corte Warner-Bratzler; DTES — dieta basal sin aditivo polihierbal (AP); N1AP — dieta basal + 1 g de AP/kg de MS; N2AP — dieta basal + 2 g de AP/kg de MS; N3AP — dieta basal + 3 g de AP/kg



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

de MS; EEM — error estándar de la media; a,b — medias en la misma hilera con diferente superíndice difieren cuando $P \leq 0.05$.

El valor de pH más bajo de la carne se observó en corderos del tratamiento N1AP, mientras que en los animales de los demás tratamientos el pH fue similar, dentro del rango normal de 5.5 a 5.8 sugerido por Sañudo *et al.* (1996). En un estudio similar, Nasri *et al.* (2011) no observaron cambios de pH en la carne de corderos suplementados con extractos de saponinas de la planta *Quillaja saponaria* en concentraciones dietéticas de 30, 60 y 90 mg/kg de MS. Sin embargo, ellos observaron que el pH de la carne de cordero en todos los tratamientos estuvo por abajo del rango normal, similar a lo observado en nuestro estudio con el tratamiento N1AP. El pH es importante en la preservación de la carne durante su almacenamiento. Un pH bajo de la carne tiene efecto bacteriostático, mientras que un pH mayor al rango normal favorece el crecimiento de microorganismos proteolíticos (Dalle, 2002; Toldrá, 2017). Esto sugiere que la suplementación dietética con dosis bajas de AP podría promover efectos bacteriostáticos favorables en la carne de cordero, y en consecuencia aumentar su vida útil.

Todos los tratamientos mostraron WBSF por encima del rango normal reportado para ovinos de pelo de edad similar (Van der Merwe *et al.*, 2020). Sin embargo, la WBSF disminuyó a medida que aumentó la dosis de AP en la dieta. Resultados similares fueron previamente informados por Qin *et al.* (2020) en corderos alimentados con 7.8 y 16 % de orujo obtenido de frutos de *Hippophae rhamnoides*, que contienen 0.69 y 1.02 % de flavonoides, respectivamente. En ese experimento WBSF disminuyó cuando aumentó la dosis de flavonoides. En otro estudio, Abdallah *et al.* (2020) no observaron cambios significativos en WBSF de la carne de corderos suplementados con saponinas, flavonoides y polisacáridos contenidos en las raíces de *Astragalus membranaceus*. WBSF es un método clásico para estimar la terneza de la carne (Qin *et al.*, 2020), en consecuencia, la menor WBSF observada en el presente estudio sugiere que la suplementación dietética de AP podría mejorar la terneza de la carne de cordero. Aunque se desconoce el mecanismo exacto, los cambios en la WBSF observados en este y otros estudios, sugieren que los compuestos bioactivos contenidos en algunas plantas facilitan la activación de algunas peptidasas como las calpaínas y catepsinas, las cuales ayudan a prevenir y retardar el endurecimiento de la fibra muscular post mortem (Zamora *et al.*, 2005). Es posible también que estos compuestos bioactivos actúen reduciendo la actividad de la calpastatina, permitiendo mayor tasa de degradación de las proteínas de las miofibrillas (Whipple *et al.*, 1990). Esta hipótesis es soportada por el incremento lineal observado en la pérdida de líquidos por goteo a medida que disminuyó WBSF, debido a que las pérdidas de agua por goteo pueden aumentar cuando la actividad de la calpastatina disminuye (Wiklund *et al.*, 2010).

La pérdida por goteo se asocia con la capacidad de retención de agua en el músculo, la jugosidad y la terneza de la carne (Corazzin *et al.*, 2019; Abdallah *et al.*, 2020). En el presente estudio la pérdida por goteo de la carne aumentó cuando se incrementó la dosis de AP, lo cual indica que dosis altas de AP podrían afectar la capacidad de retención de agua, la terneza y la jugosidad de la carne. Aunque se desconoce el mecanismo exacto involucrado, la mayor pérdida por goteo observada en la carne analizada en el presente estudio podría estar relacionada con los cambios observados en WBSF, tal como fue previamente discutido.

En el presente estudio, los valores de color de la carne (L^* , a^* y b^*) obtenidos en todos los tratamientos estuvieron dentro del rango reportado para ovinos (Corazzin *et al.*, 2019; Van der Merwe *et al.*, 2020). El color es un atributo importante de la calidad de la carne porque es el primer aspecto que atrae a los consumidores al elegir carne fresca (Cimmino *et al.*, 2018). Diversos compuestos secundarios de las plantas pueden mejorar la estabilidad oxidativa y prevenir la decoloración de la carne de los pequeños rumiantes (Vasta y Luciano, 2011). En el presente estudio el AP no afectó los valores de L^* , a^* , Chroma y Hue. Sin embargo, b^* disminuyó en respuesta a la suplementación dietética de AP. Este resultado podría ser positivo porque generalmente los consumidores no esperan encontrar b^* alta en la carne fresca (García-Galicia *et al.*, 2020). Estudios previos (Abdallah *et al.*, 2020; Luo *et al.*, 2020) informaron que la suplementación dietética de plantas que contienen saponinas, polisacáridos y flavonoides no afectaron la coloración de la carne de corderos y cabras.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Los valores de composición química de la carne estuvieron en el rango reportado para ovinos de pelo alimentados con raciones altas en concentrado (Costa *et al.*, 2015). Las características nutritivas de la carne se pueden mejorar a través de la manipulación nutricional (Qin *et al.*, 2020). En el presente estudio, la composición química de la carne de los corderos fue similar en todos los tratamientos, quizás como consecuencia del bajo impacto que tuvo la suplementación dietética de AP en la composición nutricional de la dieta. Resultados similares fueron previamente informados por Mandal *et al.* (2014) en cabras suplementadas con de vainas de *Acacia concinna* (5 g/kg de MS por 90 días); y por Hundal *et al.* (2020) en cabritos suplementados con 2 % de semillas de *Macrotyloma uniflorum* que contienen saponinas. En nuestro estudio, la suplementación con AP tuvo bajo impacto en PV final de los corderos y, debido a que todos los corderos fueron de la misma raza y edad similar, ello podría explicar parcialmente la ausencia de cambios significativos en la composición química de la carne (Toldrá, 2017; Corazzin *et al.*, 2019).

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio indican que la inclusión de hasta 3 g/kg de MS del aditivo polihierbal utilizado no afecta la composición química, el pH y la coloración de la carne de corderos alimentados con dietas altas en concentrado durante la engorda final. Además, la suplementación con 3 g del aditivo herbal aumenta la pérdida de líquidos por goteo y disminuye la fuerza de corte Warner-Bratzler de la carne. En consecuencia, el aditivo polihierbal Peptasan® podría ser utilizado para mejorar la ternura de la carne de corderos alimentados con dietas altas en concentrado. Sin embargo, es conveniente realizar estudios de calidad de la carne a nivel muscular para evaluar el impacto de otras dosis del aditivo polihierbal en raciones para ovinos con diferente proporción de concentrado, en periodos experimentales y etapas fisiológicas diferentes.

LITERATURA CITADA

- Abdallah, A., Zhang, P., Elemba, E., Zhong, Q., and Sun, Z. 2020. Carcass characteristics, meat quality, and functional compound deposition in sheep fed diets supplemented with *Astragalus membranaceus* by-product. *Animal Feed Science and Technology*. 259: 114346.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. (16th ed.). Association of Official Analytical Chemists, The William Byrd Press Inc., Richmond, VA, U.S.A.
- Awais, M.M., Akhtar, M., Anwar, M.I., and Khaliq, K. 2018. Evaluation of *Saccharum officinarum* L. bagasse-derived polysaccharides as native immunomodulatory and anticoccidial agents in broilers. *Veterinary Parasitology*. 249: 74–81.
- Chothani, D.L., and Vaghasiya, H.U. 2011. A review on *Balanites aegyptiaca* Del (desert date): phytochemicals constituents, traditional uses, and pharmacological activity. *Pharmacognosy Reviews*. 5: 55-62.
- Cimmino, R., Barone, C.M.A., Claps, S., Varricchio, E., Rufrano, D., Caroprese, M., Albenzio, M., De Palo, P., Campanile, G., and Neglia, G. 2018. Effects of dietary supplementation with polyphenols on meat quality in Saanen goat kids. *BMC Veterinary Research*. 14: 181.
- Corazzin, M., Del Bianco, S., Bovolenta, S., and Piasentier, E. 2019. Carcass characteristics and meat quality of sheep and goat. *In*: Lorenzo, J.M., Munekata, P.E.S., Barba, F., and Toldrá, F. (eds.) *More than Beef, Pork and Chicken—The Production, Processing, and Quality Traits of Other Sources of Meat for Human Diet*. Springer International Publishing. Cham, Switzerland. pp. 119–165.
- Costa, R.G., Dos Santos, N.M., Do Egypto Q.R., De Sousa, W.H., Madruga, M.S., and Cartaxo, F.Q. 2015. Physicochemical characteristics and fatty acid profile of meat from lambs with different genotypes and diets. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 44: 248–254.
- Dalle, Z.O. 2002. Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. *Livestock Production Science*. 75: 11-32.
- García, E. 2004. *Modificaciones del Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. (5th ed.). Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México. 91 p.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021

Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL

25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

- García-Galicia, I.A., Arras-Acosta, J.A., Huerta-Jimenez, M., Rentería-Monterrubio, A.L., Loya-Olguin, J.L., Carrillo-Lopez, L.M., Tirado-Gallegos, J.M., and Alarcon-Rojo, A.D. 2020. Natural oregano essential oil may replace antibiotics in lamb diets: Effects on meat quality. *Antibiotics*. 9: 248.
- Honikel, K.O. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*. 49: 447–457.
- Hundal, J.S., Wadhwa, M., Bakshi, M.P.S., and Chatli, M.K. 2020. Effect of herbal feed additive containing saponins on the performance of goat kids. *Indian Journal of Animal Sciences*. 90: 229-236.
- Kukhetpitakwong, R., Hahnvajanawong, C., Homchampa, P., Leelavatcharamas, V., Satra, J., and Khunkitti, W. 2006. Immunological adjuvant activities of saponin extracts from the pods of *Acacia concinna*. *International Immunopharmacology*. 6: 1729–1735.
- Luo, Y., Su, L., Su, R., Wang, B., Liu, C., Wang, Z., Zhao, L., and Jin, Y. 2020. Effects of *Astragalus membranaceus* supplementation on oxidative stability of Cashmere goat. *Food Science and Nutrition*. 8: 5550–5556.
- Mandal, G.P., Roy, A., and Patra, A.K. 2014. Effects of feeding plant additives rich in saponins and essential oils on the performance carcass traits and conjugated linoleic acid concentration in muscle and adipose tissues of Black Bengal goats. *Animal Feed Science and Technology*. 197: 76-84.
- McMurphy, C.P., Sexten, A.L., Mourer, G.L., Sharman, E.D., Trojan, S.J., Rincker, M.J., Coblenz, W.K., and Lalman, D.L. 2014. Effects of including saponins (Micro-Aid®) on intake, rumen fermentation and digestibility in steers fed low-quality prairie hay. *Animal Feed Science and Technology*. 190: 47-58.
- Miltenburg, G.A., Wensing, T., Smulders, F.J.M., and Breukink, H.J. 1992. Relationship between blood hemoglobin, plasma and tissue iron, muscle heme pigment, and carcass color of veal. *Journal of Animal Science*. 70: 2766–2772.
- Molina-Botero, I.C., Arroyave-Jaramillo, J., Valencia-Salazar, S., Barahona-Rosales, R., Aguilar-Pérez, C.F., Ayala, B.A., Arango, J., and Ku-Vera, J.C. 2019. Effect of tannins and saponins contained in foliage of *Gliricidia sepium* and pods of *Enterolobium cyclocarpum* on fermentation, methane emissions and rumen microbial population in crossbred heifers. *Animal Feed Science and Technology*. 251: 1-11.
- Nasehi, M., Torbatinejad, N.M., Rezaie, M., and Ghoorchi, T. 2018. Effects of partial substitution of alfalfa hay with green tea waste on growth performance and *in vitro* methane emission of fat-tailed lambs. *Small Ruminant Research*. 168: 52-59.
- Nasri, S., Ben Salem, H., Vasta, V., Abidi, S., Makkar, H.P.S., and Priolo, A. 2011. Effect of increasing levels of *Quillaja saponaria* on digestion, growth and meat quality of Barbarine lamb. *Animal Feed Science and Technology*. 164: 71-78.
- Negrete, L.O., Pinos-Rodríguez, J.M., Grajales-Lagunes, A., Morales, J.A., García-López, J.C., and Lee-Rangel, H.A. 2017. Effects of increasing amount of dietary *Prosopis laevigata* pods on performance, meat quality and fatty acid profile in growing lambs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 101: 303–311.
- NOM-062-ZOO. 1999. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. <https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/principal/archivos/062ZOO.PDF> (Consultado 27 de mayo 2021).
- NOM-033-SAG/ZOO. 2014. Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/133499/4.-_NORMA_OFICIAL_MEXICANA_NOM-033-SAG-ZOO-2014.pdf (Consultado 27 de mayo 2021).
- NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. National Academies Press. Washington, DC, U.S.A.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

- Orzuna-Orzuna, J.F., Dorantes-Iturbide, G., Lara-Bueno, A., Mendoza-Martínez, G.D., Miranda-Romero, L.A., and Hernández-García, P.A. 2021. Growth performance, carcass characteristics, and blood metabolites of lambs supplemented with a polyherbal mixture. *Animals*. 11: 955.
- Qin, X., Zhang, T., Cao, Y., Deng, B., Zhang, J., and Zhao, J. 2020. Effects of dietary sea buckthorn pomace supplementation on skeletal muscle mass and meat quality in lambs. *Meat Science*. 166: 108141.
- Razo, O.P.B., Mendoza, M.G.D., Vázquez, S.G., Osorio, T.A.I., González, S.J.F., Hernández, G.P.A., Torre, H.M.E., and Espinosa, A.E. 2020. Polyherbal feed additive for lambs: Effects on performance, blood biochemistry and biometry. *Journal of Applied Animal Research*. 48: 419–424.
- Ripoll, G., Albertí, P., and Joy, M. 2012. Influence of alfalfa grazing based feeding systems on carcass fat colour and meat quality of light lambs. *Meat Science*. 90: 457–464.
- Sañudo, C., Santolaria, M.P., Maria, G., Osorio, M., and Sierra, I. 1996. Influence of carcass weight on instrumental and sensory lamb meat quality in intensive production systems. *Meat Science*. 42: 195–202.
- SAS (Statistical Analysis System). 2017. SAS/STAT User's Guide (Release 6.4). SAS Inst. Cary, NC, U.S.A.
- Toldrá, F. 2017. *Lawrie's Meat Science*. (8th ed.). Woodhead Publishing Limited. Cambridge, United Kingdom. 713 p.
- Van Der Merwe, D.A., Brand, T.S., and Hoffman, L.C. 2020. Slaughter characteristics of feedlot-finished premium South African lamb: effects of sex and breed type. *Foods*. 9: 648.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74: 3583–3597.
- Vasta, V., and Luciano, G. 2011. The effects of dietary consumption of plants secondary compounds on small ruminants' products quality. *Small Ruminant Research*. 101: 150-159.
- Wheeler, T.L., Shackelford, S.D., Johnson, L.P., Miller, M.F., Miller, R.K., and Koohmaraie, M. 1997. A comparison of Warner-Bratzler shear force assessment within and among institutions. *Journal of Animal Science*. 75: 2423–2432.
- Whipple, G., Koohmaraie, M., Dikeman, M.E., Crouse, J.D., Hunt, M.C., and Klemm, R.D. 1990. Evaluation of attributes that affect *Longissimus* muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. *Journal of Animal Science*. 68: 2716–2728.
- Wiklund, E., Dobbie, P., Stuart, A., and Littlejohn, R.P. 2010. Seasonal variation in red deer (*Cervus elaphus*) venison (*M. longissimus dorsi*) dripp loss, calpain activity, colour and tenderness. *Meat Science*. 86: 720-727.
- Wina, E., Muetzel, S., Hoffmann, E., Makkar, H.P.S., and Becker, K. 2005. Saponins containing methanol extract of *Sapindus rarak* affect microbial fermentation, microbial activity and microbial community structure *in vitro*. *Animal Feed Science and Technology*. 121: 159-174.
- Zamora, F., Aubry, L., Sayd, T., Lepetit, J., Lebert, A., Sentandreu, M.A., and Ouali, A. 2005. Serine peptidase inhibitors, the best predictor of beef ageing amongst a large set of quantitative variables. *Meat Science*. 71: 730-742.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**EFFECTO DE USO DE UNA GRASA PROTEGIDA EN LA DIETA DE OVINOS DE ENGORDA
SOBRE LAS VARIABLES PRODUCTIVAS**

**EFFECT OF USING A PROTECTED FAT IN THE DIET OF FATTENING SHEEP ON THE
PRODUCTIVE VARIABLES**

^{1*} Vallejo Gutiérrez ML, ²Granados Rivera L.D, ¹Salinas Chavira J, ¹ Infante Rodríguez F, ¹Ruiz Albarrán M, Loredo Osti J, ¹Bautista Martínez Y.

¹Universidad Autónoma De Tamaulipas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Carretera Cd. Victoria - Cd. Mante Km. 5, Ej. Santa Librada. Ciudad Victoria, Tamaulipas,

Autor para correspondencia: ybautista@docentes.uat.edu.mx

² Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria, General Terán, Km. 31 Carretera Montemorelos-China Exhacienda Las Anacuas, C.P. 67400

RESUMEN

En México es necesario mejorar las variables productivas del sistema de producción de ovinos de carne, mediante estrategias de alimentación que mejoren las variables productivas, debido a esto, el objetivo del presente estudio fue; evaluar la adición de ácido palmítico protegido a diferentes dosis, en la dietas de ovinos machos para carne manejados en el sistema de estabulado durante el periodo de finalización sobre las variables productivas, para esto se utilizaron 21 ovinos machos cruzas de la raza Dorper y Pelibuey, los cuales se dividieron en tres tratamientos con 7 animales cada uno, el tratamiento 1; se alimentaron con una dieta integral, el tratamiento 2; se le ofreció la dieta integral + 100 gramos de ácido palmítico protegido durante los últimos 30 días de la engorda y el tratamiento 3; se le ofreció la dieta integral + 200 gramos de ácido palmítico protegido en la dieta durante los últimos 30 días de la engorda. Las variables evaluadas fueron; ganancia diaria de peso, conversión y eficiencia alimenticia, con un análisis completamente al azar utilizando como covariable el peso inicial de los corderos. Los resultados muestran que el tratamiento al que se le adicionó 100 g de ácido palmítico a la dieta integral, obtuvieron la mayor ganancia diaria de peso respecto al tratamiento con 200 g de ácido palmítico y el testigo, con diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$). La mejor conversión y eficiencia alimenticia la mostró el tratamiento al que se le adicionó 100 g de ácido palmítico a la dieta integral, con diferencias significativas respecto a los demás tratamientos ($P < 0.05$). La adición del ácido palmítico en la dieta de ovinos productores de carne, es una alternativa para mejorar las variables productivas de los sistemas de producción bajo el sistema estabulado.

Palabras clave: *acido palmítico, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia.*



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

**DIETAS ISOENERGÉTICAS EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO, RENDIMIENTO EN
CANAL Y CALIDAD DE CARNE EN OVINOS KATAHDIN**

**ISOENERGY DIETS IN PRODUCTIVE BEHAVIOR, CARCASS PERFORMANCE AND MEAT
QUALITY IN KATADHIN OVINE**

**¹Verduzco Leó LG, ²Orozco Durán KE, ³Herrera Ojeda JB, ¹Bautista Hernández MA, ⁴Pérez
Sánchez RE, ¹López Rodríguez M, ¹Sánchez Parra VM.**

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de
Hidalgo, ²Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez". Universidad Michoacana de San
Nicolás de Hidalgo, ³Instituto Tecnológico del Valle de Morelia, ⁴Facultad de Farmacobiología.
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

*Autor para correspondencia: victor.sanchez@umich.mx

RESÚMEN

En México la demanda de carne de ovinos ha presentado un aumento progresivo y su producción se ha sostenido en los últimos diez años lo que hace pensar en un futuro promisorio para la ovinocultura. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de dos dietas isoenergéticas en la conversión alimenticia, ganancia diaria de peso y rendimiento en canal de corderos Katahdin en la etapa de 20 -40 Kg de peso, se utilizaron dos grupos de corderos (n=10) con un peso inicial promedio de 19 Kg. Se utilizó una dieta adicionada con grasa de sobrepeso (GS) y al segundo grupo, se le ofreció una dieta que contenía 1,2 propanodiol (GP) como gluconeogénico. Ambas dietas fueron isoenergéticas y se formularon con insumos similares Los animales fueron alimentados *ad libitum* durante 45 días. Se programaron pesajes semanales y al alcanzar los 40 kg de peso los animales se llevaron a sacrificio. No se encontraron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) en cuanto a la conversión alimenticia (GS=5.7 vs GP= 5.9), ganancia diaria de peso (GS= 316 g vs GP= 314 g), ni en cuanto al rendimiento en canal (GS =48.24 % vs GP 48.29 %). Se concluye que el sexo del animal influyó en la ganancia diaria de peso en ambas dietas isoenergéticas. La dieta isoenergética con propanodiol mostró una conversión alimenticia marginal respecto a la dieta con grasa de sobrepeso, por lo que es una opción para la alimentación de los ovinos.

Palabras Clave: *Conversión alimenticia, dietas, grasa.*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

CONTEO DE MOSCA DEL CUERNO (*Haematobia irritans*) Y SU DISTRIBUCION EN EL CUERPO DE BOVINOS, EN DOS HORARIOS DEL DIA

HORN FLY COUNT (*Haematobia irritans*) AND ITS DISTRIBUTION IN THE BOVINE BODY, AT TWO HOURS A DAY

¹Rojas Hernández S, ¹Damián Valdez MA, ²Aguirre Flores V, ²Orihuela Trujillo JA, ²Pedernera Romano M, ²Flores Pérez F I, ^{1*}Olivares Pérez J y ³Galindo Maldonado F.

¹Universidad Autónoma de Guerrero. Facultad de Medicina veterinaria y Zootecnia. Carr. Altamirano-Iguala km. 2.5 Col. Querenditas, 40660, Cd. Altamirano, Guerrero. México. ²Universidad Autónoma del estado de Morelos. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Avenida Universidad 1001 Colonia Chamilpa, 62210, Cuernavaca, Morelos. México. ³Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

*Autor de correspondencia: olivares@hotmail.com.mx

RESUMEN

El objetivo fue cuantificar el número de moscas del cuerno adheridas al cuerpo de los animales en pastoreo a las 7:00 h y 14:00 h, observar las partes de cuerpo de los animales con más concentraciones de moscas. El estudio se realizó en Guerrero, México, (18°25'N y 100°31' y 100°43'W). Durante la temporada de lluvias con clima cálido seco (aw_0), temperatura de 28 a 39 °C y humedad de 85 %. Se utilizaron n=30 vacas doble propósito de pelaje oscuro infestadas de forma natural, observadas de forma individual directamente en las áreas de pastoreo. La cantidad de moscas fue de 522.07 y 445.54 moscas/animal para 7:00 y 14:00 h respectivamente mostrando diferencia significativa ($P<0.05$). Las partes con mayor concentración de moscas fueron dorso y partes laterales de cuello y panza para el horario matutino y partes bajas de la panza, del cuello, patas y pezuñas para el horario de 14:00 h. con temperatura promedio de 28 y 36°C para los horarios 7:00 y 14:00 h respectivamente. Evidenciando que las temperatura ambiental modifica el comportamiento de la moscas del cuerno disminuyendo su el número de moscas por animal y buscando colocarse en las partes del cuerpo de los animales con menor radiación solar.

Palabras clave: *Infestación natural, Pastoreo, Temperatura ambiental,*

INTRODUCCIÓN

Los ectoparásitos asociados al ganado son una gran preocupación en todo el mundo debido a sus impactos económicos, salud y de bienestar, el impacto puede ser directo a través del daño tisular y la pérdida de sangre o indirectos por su función como vectores de patógenos virales, bacterianos, protozoarios y helmintos, una segunda categoría de efectos indirectos son los que resultan de la alteración de su comportamiento inducido por el ataque de los ectoparásitos (Olalekan y Oluwafemi., 2018; Trout Frixell et al., 2021; Eiras et al., 2021). El control efectivo es un desafío y se basa principalmente en el uso de insecticidas y acaricidas químicos. (Sarwar y Arfa 2018; Madhav et al., 2020).

La mosca *Haematobia irritans* común mente conocida como mosca de los cuernos, es un ectoparásito hematófago natural del ganado, estrechamente asociado con el ganado en pastoreo. Las moscas adultas pasan la mayor parte de su vida adheridas al ganado, tienden a congregarse en el lomo y hombros o en su vientre y patas durante las horas más calurosas del día (Almazán et al., 2001; Pérez de león et al., 2020). Las moscas pasan la mayor parte del tiempo alimentándose de 20 a 30 veces por día, solo se separan de su huésped para realizar la ovoposición, Se ha reportado que el ganado infestado con 200 moscas causa una pérdida de 520 ml de leche por día y 28 g de peso vivo por animal por día (Fuentes et al., 2016).



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

En la ganadería tropical de doble propósito la mosca está presente durante todo el año, siendo más abundante durante los meses más cálidos (Galindo et al., 2008) frecuentemente el ganado está sometido a estrés empleando comportamientos como: movimientos de orejas, golpes con cabeza, patadas, movimiento de la piel, contracciones musculares, movimientos de cola, lengüetazos, con el propósito de alejar las moscas adheridas a su cuerpo y reducir el malestar, generando un mayor gasto de energía y cambios en sus hábitos alimenticios normales (Cruz et al., 2000; Almazán et al., 2001; Vitela et al., 2016). La forma descrita para estimar la cantidad de moscas es mediante conteo directo (Cruz et al., 2000; Galindo et al., 2018; Fuentes et al., 2016). Los métodos de control comúnmente utilizados es mediante el uso de productos químicos impregnados directamente en el cuerpo de los animales, sin embargo es importante determinar el momento oportuno cuando los animales tienen adherido a su cuerpo la mayor cantidad de moscas, momento que puede ser aprovechado como estrategia para aplicar el tratamiento y obtener resultados más eficientes. Es por ello que el objetivo de este trabajo fue conocer el número de moscas por animal en dos horarios del día y estimar de forma visual en que partes del cuerpo de los animales se encuentran adheridas mayores cantidades de moscas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El estudio se realizó en Guerrero, México, (18°25'N y 100°31' y 100°43'W). Durante la temporada de lluvias (julio). El clima se considera cálido seco (aw_0) con lluvias en verano, con una temperatura de entre 36 a 39 °C y humedad relativa promedio de 85 %. Precipitación pluvial de 750 mm anuales (Junio a septiembre) y una altura de 250 msnm.

Unidades de Producción (UP) utilizadas. Fueron seleccionadas seis unidades de producción familiar dedicadas a la producción de becerros para engorda, bajo un sistema de producción semi-extensivo, cada unidad de producción contaba con un lote de animales mixto que fluctuaba entre 20 y 40 (jóvenes, adultos, machos y hembras) manejados bajo pastoreo continuo (día y noche) en pasto nativo e infestados de forma natural con mosca del cuerno (*H. irritans*).

Animales. Los animales fueron cruza de *Bos Indicus x Bos Taurus* (Brahman, Gyr, Sardo negro x Suizo Pardo, Simental, Beefmaster, Charolais) fueron seleccionados en cada UP 5 animales adultos (vacas) de pelaje oscuro, acostumbrados a una zona de fuga menor a dos m de distancia. Los animales fueron identificados mediante su número individual de arete y rasgos fenotípicos particulares de cada animal, dichos animales permanecieron en áreas de pastoreo junto al resto de los animales de la unidad de producción durante todo el periodo de estudio y sin recibir tratamiento alguno para control de moscas.

Observación de los animales. Los animales fueron observados de forma individual durante un periodo de diez minutos por animal directamente en el área donde se encontraban pastoreando de forma natural. En dos horarios del día 7:00 h y 14:00 h. En cada periodo de observación se contabilizó mediante observación directa el número de moscas adheridas de un lado del cuerpo del animal: escapula-dorso, patas, vientre (parte lateral y baja) y el resultado se multiplica por dos para obtener el número total de moscas por animal de acuerdo al método utilizado por (Castro et al., 2005); Fuentes et al., 2016; Vitela et al., 2016; Barragán et al., 2019;), al mismo tiempo se observaron y registraron las partes del animal que presentaban mayor concentración de moscas adheridas. En cada periodo de observación también fue registrada la temperatura ambiental mediante el uso de un termómetro ambiental Taylor. Fue observada una UP por día durante un periodo de seis días consecutivos. El periodo total de evaluación fue de 36 días, las evaluaciones se realizaron por el mismo evaluador aplicando el mismo criterio para todos los animales.

Análisis de datos. Los datos fueron capturados en una base del programa Microsoft Excel y analizados mediante la prueba no paramétrica de Man Whitney comparando los horarios de observación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores obtenidos en los conteos de moscas fue estadísticamente superior $P < 0.05$ en el horario de 7:00 h con 522 moscas /animal comparativamente con el horario de 14:00 h con un valor de 445 moscas (Figura 1). Las partes del cuerpo de los animales observadas con más moscas adheridas fue el dorso,



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL**
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

escapula, partes laterales del cuello y panza para en el horario de 7:00 h y la partes bajas del cuello y parte baja de la panza, patas y pezuñas de los animales en el horario de 14:00 h. La temperatura promedio registrada fue de 28°C y 36°C para el horario de 7:00 h y 14:00 h respectivamente (Cuadro 1). De acuerdo a los resultados obtenidos se puede observar que durante las horas del día con mayor temperatura ambiental las moscas presentan menor actividad, es posible que durante estas horas las moscas busquen refugios para protegerse de los rayos solares alejándose del cuerpo de los animales o bien colocándose en las partes bajas de estos.

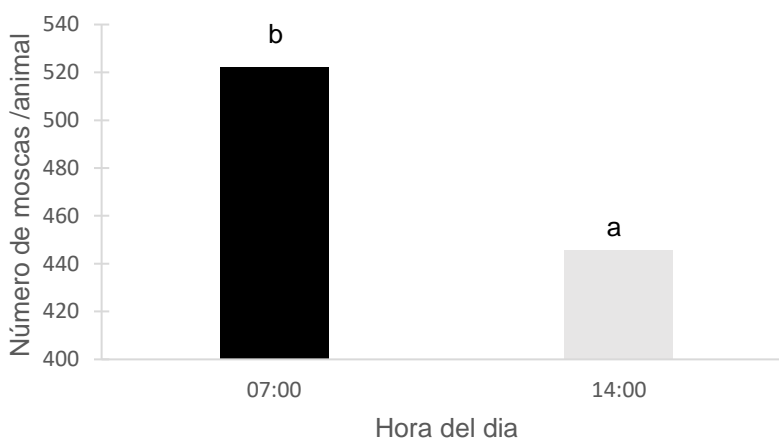


Figura 1. Numero de moscas en dos horarios del día. Diferente literal ^{ab} indica diferencia (P<0.05) prueba no paramétrica de Man whitney.

Cuadro 1. Hora del día, temperatura ambiental y distribución de mosca del cuerno (*Haematobia irritans*) en el cuerpo de los animales.

Hora del día	Temperatura (°C)	Distribución de moscas en el cuerpo del animal
07:00	28	Dorso, parte lateral de cuello y panza
14:00	36	Parte baja de la panza, patas y pezuñas.

El número de moscas por animal encontrados en este trabajo son considerados altos de acuerdo a la clasificación realizada por Smythe et al. (2017) considerando nivel bajo 0, medio 250, alto 500 y extremo 1000 moscas. Las cantidades de moscas/vaca obtenidos son muy superiores a los reportados por otros autores Kojima et al. (2019) 120 moscas/vaca, Vitela et al. (2016) 55 moscas/vaca, Galindo et al. (2008) Reportaron tres picos en el transcurso del año con valores de 156, 236 y 120 moscas/animal. Fuentes et al., (2016) Encontraron valores de 50 a 56 moscas/animal en el transcurso del año. Almazán et al., (2001) Reportaron valores máximos durante el año de 200 moscas/animal.

Con respecto a la actividad de las moscas en el transcurso del día Alonso et al. (2007) mencionan que cuando la temperatura es elevada las moscas buscan refugios en el mismo animal o pueden volar y refugiarse en los árboles y arbustos presentes en las áreas de pastoreo. Por otro lado Gerry 2020 menciona que los comportamientos de alejamiento de las moscas por parte de los animales son menores durante las horas de mayor radiación solar, lo que puede estar relacionado con un menor número de moscas presentes en el cuerpo de los animales durante estas horas.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

CONCLUSIÓN

La temperatura ambiental es un factor que modifica el comportamiento de las moscas del cuerno (*H. irritans*) disminuyendo el número de moscas por animal y su distribución en el cuerpo de los animales.

LITERATURA CITADA

- Alonso, D.M.A., Acosta, R.R., Maldonado, S.E. 2007. Ramirez, V.R Y Bermudez, V.L. Dinamica poblacional de *Haematobia irritans* en bovinos del tropico mexicano. *Rev. Cient.* (17):330-334.
- Barragan, H. W A., Benavidez, C. JC., Zuñiga, L. A., Espita, P.A., and Cardoso, C.J. 2019. Heat stress and blood-sucking diptera count in multi-level silvopastoral systems. *Agron. Mesoam.* (30):751-765.
- Castro, E., Gil, A., Solari, M.A. and Farías, N.A. 2005. Validation of a subjective counting method for a horn flies (*Haematobia irritans irritans*) (Diptera: Muscidae) population in a cattle herd. *Vet. Parasitol.* (133): 363-367. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.06.003>
- Eiras, Á. E., de Almeida Batista, E. P., and de Resende, M. C. 2021. Sampling Methods for Blood-Feeding Insects Diversity. In *Measuring Arthropod Biodiversity* (pp.545-582). Springer, Cham.
- Fuentes, C.A., Hernandez, R.Y., Quinatana, T. D., Rodriguez, F. R., and Mendez, M.L. 2016. Population dynamics of the fly *Haematobia irritans* (Linnaeus 1758) (*Diptera: Muscidae*) in Cuba. *J. of Anim. Health.* (38): 137-141.
- Galindo, V.E., Cruz, V.C., Lezama, G.R., Reyes, V.W., Aguilar, E.S. and Pescador, R.A. 2008. Population fluctuation of *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) in a cattle herd in Tecoman, Colima, México. *Vet. Mex.* (39): 181-186.
- Garcia, A.C., Castillo, S. S., Loredo, O.J., Garcia, V.Z. 2001. Dinamica poblacional de *Haematobia irritans* en un hato de bovinos de Soto la Marina, Tamaulipas, México. *Vet. Mex.* (32):149-152.
- Gerry, A 2020. Review of Methods to Monitor House Fly (*Musca domestica*) Abundance and Activity. *J. of Econ. Entomol.* (113):2571-2580. <https://doi.org/10.1093/jee/toaa229>
- Madhav, M., Baker, D., Morgan, J. A., Asgari, S., & James, P. 2020. Wolbachia: a tool for livestock ectoparasite control. *Vet. Parasit.* (288): 109297.
- Olalekan, O., P., & Oluwafemi, A. I., 2018. Alighting and feeding behavior of trypanosome-transmitting vectors on cattle in Nigeria. *J. Med. Entom.* (55):1594-1601.
- Pérez de Leon, A.A., Mitchell, R. D., Watzon, D. W. 2020. Ectoparasites of Cattle. *Vet. Clinic: Food Anim. Practice.* (36): 173-185.
- Sarwar, M., & Arfa, R. 2018. Ectoparasitic insects genera of veterinary importance and some aspects of their control. *American J. Economic. Fin. and Management.* (4): 116-123.
- Smythe, B.G., Urias, S., Wise, M.E., Scholljegerdes, E.J., Veranos, A.F., and Bailey, D.W. 2017. Comparing Visual and Digital Counting Methods to Estimate Horn Fly (Diptera: Muscidae) Populations on Cattle. *J. Med. Entom.* (54): 980-984
- Trout Frixell, R.T., Moon, R.D., Boxler, D.J., and Watzon, D.W. 2021. Face Fly (Diptera: Muscidae) Biology, Pest Status, Current Management Prospects, and Research Needs. *J. of Integrated pest Management.* (12):5.
- Vitela, M.I., Cruz, V. C., Solano, V.J and Orihuela, T.A. 2016. Short communication: Relationship between serum cortisol concentration and defensive behavioral responses of dairy cows exposed to natural infestation by stable fly, *Stomoxys calcitrans*. *J. Dairy Sci.* (99): 9912-9916.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

EXPRESIÓN RELATIVA DE GENES P-GP ASOCIADA A RESISTENCIA A IVERMECTINA EN AISLADOS DE *Haemonchus contortus* DE REGIONES DE PUEBLA, MÉXICO

RELATIVE EXPRESSION OF P-GP GENES ASSOCIATED TO IVERMECTIN RESISTANCE IN *Haemonchus contortus* ISOLATES FROM REGIONS OF STATE PUEBLA, MEXICO

Bonilla Suárez H.A.¹, Reyes Guerrero DE^{1*}, López Arellano ME¹, Olazarán Jenkins S², Maza Lopez J¹

¹Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Salud Animal e Inocuidad, INIFAP. Carretera Federal Cuernavaca-Cuautla 8534, Progreso, C.P. 62550 Jiutepec, Morelos, México.

²Sitio Experimental Las Margaritas, CIRGOC-INIFAP. Hueytamalco, Puebla, México

Autor para correspondencia: reyes.david@inifap.gob.mx; de.reyes.querrero@hotmail.com

RESUMEN

Los nematodos gastrointestinales (ngi) son el principal problema en la producción de pequeños rumiantes (ovinos y caprinos), siendo la especie *Haemonchus contortus* la causante de un daño severo a la salud de los hospederos con distintas patologías y pérdidas de producción, principalmente en animales jóvenes. El método de control utilizado contra los NGI son los antihelmínticos (AH); sin embargo, el uso inadecuado de estos productos ha propiciado el aumento constante de la resistencia antihelmíntica (RA) en campo. El nematodo *H. contortus*, ha recibido gran atención como modelo biológico en el estudio de los mecanismos de la RA y los genes implicados en la misma, como es el caso de los codificantes para el transportador de membrana P-glicoproteína (*P-gp*) en la resistencia a lactonas macrocíclicas (LM) como la ivermectina (IVM). El objetivo del presente estudio fue comparar la expresión relativa de los genes *Hco-pgp* en el tercer estadio (L₃) de *H. contortus*, evaluados en aislados de campo resistentes a IVM con respecto un aislado susceptible (referencia) a IVM. Los resultados mostraron comportamiento de sobre-expresión y frecuencia diferente. Los genes *Hco-pgp* 3 y 4 tuvieron valores de incremento de expresión en cuatro aislados y el gen *Hco-pgp* 16 en tres aislados ($p \leq 0.05$). Los genes *Hco-pgp* 1, 3, 4, 10, 11 y 16 tuvieron valores de sobre-expresión ($p \leq 0.1$) en más de cuatro aislados. En contraste, los genes *Hco-pgp* 2, 9 y 14 mostraron niveles de normalización y sub-regulación con respecto al grupo control y genes constitutivos. La importancia de caracterizar genéticamente aislados endémicos de nematodos con problemas de detoxificación a IVM es con el propósito de apoyar a conservar la toxicidad de estos fármacos en nuestro país.

Palabras clave: *Expresión relativa, ivermectina, P-glicoproteínas, Haemonchus contortus*

INTRODUCCION

Las enfermedades que los nematodos gastrointestinales (ngi) provocan son de gran importancia socioeconómica, y las pérdidas financieras y pecuarias causadas por estos parásitos tienen un impacto sustancial en la producción de ovinos debido a las infecciones que originan las cuales pueden llevar a pérdida de peso y hasta la muerte de animales jóvenes, principalmente en áreas de pastoreo en regiones tropicales. *Haemonchus contortus* es el nematodo gastrointestinal (ngi) de mayor importancia veterinaria debido a su prevalencia alta y sus hábitos hematófagos e histiófagos, causando daños severos en la salud de pequeños rumiantes (ovinos y caprinos) (Roeber et al., 2013).

Los antihelmínticos (AH) disponibles en el mercado son un método de control de amplio espectro contra los ngi que son susceptibles a la acción terapéutica de estas drogas químicas. Sin embargo, en el uso indiscriminado y continuo de este recurso químico ha generado problemas de resistencia antihelmíntica (RA) en diferentes poblaciones de ngi en campo. La RA de los NGI a los AH se debe a adaptaciones genéticas que son heredables de generación en generación entre poblaciones de nematodos. Dentro de los AH frecuentemente usados, la ivermectina (IVM) pertenece a la familia de las lactonas



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

macrocíclicas (LM), provocando en nematodos un incremento en la permeabilidad de los iones Cl⁻, lo que ocasiona la hiperpolarización de la membrana y parálisis del nematodo (Laing et al., 2017). Hasta la fecha, la RA a IVM es un problema a nivel mundial debido a la diversidad genética de los mecanismos involucrados como alteraciones en los receptores de los sitios de unión del fármaco sobre los canales iónicos y por procesos propios de detoxificación de los ngi, siendo el principal mecanismo de detoxificación del nematodo las P-glicoproteínas (*P-gp*) la cual es uno de los principales transportadores de membrana de compuestos xenobióticos en nematodos. (Whittaker et al., 2016). Por tal motivo, en el presente estudio se evaluó la expresión relativa de diez genes funcionales de *P-gp* (1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 14 y 16) asociados a resistencia a IVM en diferentes aislados de *H. contortus* resistentes a IVM del estado de Puebla con respecto a un aislado de referencia (susceptible a IVM), con la finalidad de identificar algún gen de los evaluados como posible marcador molecular en el diagnóstico de resistencia a IVM en campo en aislados autóctonos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el departamento de Helminología del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Salud Animal e Inocuidad (CENID-SAI), INIFAP en Jiutepec, Morelos.

Germoplasma: Aislados de campo de H. contortus

Muestras de heces de ovinos infectados naturalmente con una población de ngi, incluyendo la especie *H. contortus* de cinco unidades de producción de regiones del Estado de Puebla con resistencia a IVM (Olazarán-Jenkins et al., 2019), determinada mediante prueba de campo (reducción del conteo de huevos en heces, FECRT), fueron procesadas para la obtención de L₃ mediante técnicas coproparasitoscópicas. Se llevó a cabo la confirmación de *H. contortus* por identificación molecular por PCR multiplex, utilizando oligonucleótidos de regiones conservadas de DNA ribosomal del complejo de NGI de rumiantes.

H. contortus susceptible a IVM (referencia)

El germoplasma de referencia del nematodo parásito *H. contortus* se obtuvo de campo del trópico mexicano en el Sitio Experimental del INIFAP "Las Margaritas" en Hueytamalco, Puebla, y caracterizado en campo e *in vitro* como resistente a BZ por (Campos-Ruelas et al., 1990), desde entonces no se ha presionado con otros AH como LM en campo ni en laboratorio. Así mismo, el aislado se caracterizó como susceptible al fármaco IVM, utilizando el producto grado analítico mediante pruebas *in vitro* de mortalidad larvaria, y ha sido conservado a -196°C en el laboratorio de Helminología, CENID-SAI; (Reyes-Guerrero et al., 2020). El germoplasma fue activado en un ovino donador de cuatro meses de edad con 350 L₃ por Kg de peso y recuperado mediante técnicas copro-parasitológicas.

Análisis de expresión Relativa de genes P-gp de H. contortus (L₃)

Se llevó a cabo la extracción de ácido ribonucleico (RNA) del pool de muestras de cada unidad de producción a partir de L₃ previamente lavadas, desvainadas y maceradas. Para la extracción de RNA se utilizó el reactivo Trizol™ Reagent (ThermoFisher Scientific) utilizando el protocolo del fabricante modificado en el laboratorio. La concentración y pureza del RNA se cuantificó en el instrumento espectrofotométrico Nanophotometer (Implen, USA). La integridad del RNA se corroboró realizando una electroforesis en gel de agarosa al 2.5% teñido de bromuro de etidio, corriendo a 60 Volts por 30 minutos en buffer TAE 1x. El RNA fue almacenado a -20°C para posteriormente realizar la síntesis a ácido desoxirribonucleico complementario (cDNA).

La síntesis cDNA se realizó a partir de una concentración de 300 ng de RNA. Previo al proceso, se realizó un tratamiento de descontaminación del RNA por trazas de DNA con el producto comercial RQ



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

RNase-Free DNase® (Promega, Madison, USA). La síntesis de cDNA se desarrolló con el kit comercial ImProm-II Reverse Transcription System® (Promega, Madison, USA), siguiendo el protocolo modificado del fabricante. Una vez acabado el proceso de síntesis se guardó a -20°C para su posterior uso.

La amplificación de los genes *Hco-pgp* por PCR tiempo real (qPCR) se llevó a cabo en un volumen de reacción final de 20 µL en tubos libres de nucleasas de 0.2 mL. Se usó el producto comercial GoTaq® qPCR Master Mix 2X (Promega, USA) para la mezcla de reacción, utilizando una concentración de 20 µM para cada par de oligonucleótidos. La reacción de qPCR se ejecutó de manera individual para cada gen *Hco-pgp* y para cada pool de unidad de producción, ocupando como genes constitutivos *GAPDH* y *β-tubulina*. Las condiciones de amplificación fueron las siguientes: Una desnaturalización inicial de 95°C durante 5 minutos; un total de 40 repeticiones con una desnaturalización a 95°C por 10 segundos, un alineamiento a 63°C por 15 segundos y una extensión de 72°C por 20 segundos. Se adicionó un paso de determinación de temperatura de disociación (melting) con una rampa de aumento de la temperatura de 65 a 95°C (Reyes-Guerrero et al., 2020). Los productos amplificados se detectaron en un termociclador de la marca Rotor-Gene Q (Qiagen, Germany) por las curvas de amplificación generadas por absorbancia a una longitud de onda a 470 nm y una detección a 510 nm.

Se evaluó el análisis de expresión relativa de genes con base al número de ciclos donde la fluorescencia de amplificación rebasó el umbral de detección Threshold Cycle (C_T) que fueron generados de las curvas de amplificación de cada gen mediante el Software Rotor-Gene Q–Pure Detection versión 1.7 (Qiagen®). El análisis de expresión se realizó con base a la normalización de los valores de C_T de cada aislado de campo (resistente) respecto a los genes del aislado de referencia (susceptible). El análisis se realizó con el ΔC_T (C_T gen de interés– C_T de media geométrica de genes constitutivos) y el $\Delta\Delta C_T$ (Alteración en la regulación de la expresión de los genes de interés respecto a los genes constitutivos). Los datos de C_T de cada muestra fueron cargados a la plataforma web GeneGlobe Data Analysis Center de Qiagen® (<https://geneglobe.qiagen.com/us/analyze/>). En la plataforma, los valores de las réplicas de los $\Delta\Delta C_T$ ($2^{\Delta(-\Delta C_T)}$) de cada gen tanto del grupo control (susceptible) y del grupo a comparar (muestras de campo) fueron analizados automáticamente mediante una prueba de t-student para la comparación de medias a un nivel de significación de 0.05 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La comparación de la expresión relativa de los genes *P-gp* evaluados entre los aislados recuperados de campo (resistentes a IVM) con respecto al susceptible a IVM (referencia) en L_3 de *H. contortus*, mostró comportamiento de incremento de expresión significativa ($p \leq 0.05$) y frecuencia diferente. Los genes *P-gp 3* y *4*, fueron identificados en cuatro unidades de producción con incremento de la expresión en un rango de 10.37 a 124.64 y de 8.01 a 47.12 veces, respectivamente. El gen *P-gp 16* incrementó la expresión relativa en tres aislados de *H. contortus* con valores de 32.19 a 134.21 veces más con respecto a los genes constitutivos. Los genes *P-gp 1*, *2*, *11* y *12* mostraron valores de sobreexpresión en dos aislados del nematodo. El gen *P-gp 10*, únicamente mostró incremento de la expresión en un aislado de *H. contortus*. En contraste, los genes *P-gp 9* y *14* en ninguno de los aislados evaluados mostraron valores de sobre-expresión significativos ($p \geq 0.05$), teniendo en su mayoría niveles de normalización y sub-expresión con respecto al grupo control y genes constitutivos.

En el trópico mexicano, uno de los principales problemas que afecta severamente a la producción de rumiantes bajo condiciones de pastoreo es la RA, en donde uno de los AH de más uso es la IVM (Alonso-Díaz et al., 2015) En este estudio, dicho fármaco resultó ser el más usado por los productores, comprobándose la resistencia a IVM mediante la prueba de campo FECRT en las cinco unidades de producción (Olazarán-Jenkins et al., 2019). En este contexto, la necesidad de evaluar los cambios genéticos y de expresión asociados a los mecanismos que sustenten la resistencia de IVM en campo, deben de ser validados en diferentes aislados con fenotipo de resistencia a LM con la finalidad de



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

seleccionar genes candidatos como marcadores moleculares relacionados a la presión de IVM para el diseño de estrategias de control hacia los parásitos y mitigar la dispersión de la resistencia.

Entre los genes de mayor frecuencia notificados están las P-gp 1, 2, 9 y 16 y las subunidades de canales iónicos, *avr* y *glc* (Whittaker et al., 2016). Estudios recientes, han observado la sobreexpresión de los genes *P-gp 1, 11, 12* y *16* en diferentes estadios de *H. contortus* caracterizado como resistente a IVM, siendo *P-gp 16* el de mayor frecuencia con respecto a un aislado susceptible a IVM (Reyes-Guerrero et al., 2020). Similares resultados con respecto a los genes *P-gp 3* y *4* y *16* se determinaron en el presente estudio, ya que la sobreexpresión de estos genes se observó con gran frecuencia en los aislados resistentes a IVM de campo. La diversidad en la expresión de estos genes y de otros, podría asociarse a las diferentes poblaciones de nematodos según su localización, así como por las diferentes especies de *ngi* frecuentemente presionadas al tratamiento de IVM bajo condiciones de laboratorio y campo (Kotze y Prichard, 2016; Lanusse et al., 2016). Sin embargo, es importante considerarlos como posibles marcadores debido a que se han detectado en diferentes especies de nematodos, por ejemplo, *Parascaris* sp. y *H. contortus* (Whittaker et al., 2016). El incremento de la expresión del gen *P-gp 16* ha permitido relacionar la sobre-expresión como un indicador de resistencia a IVM, así como considerar a *P-gp 16* como marcador molecular en aislados de campo de *NGI* mexicanos (Reyes-Guerrero et al., 2020).

CONCLUSIONES

Los genes *Hco-pgp 3, 4* y *16* incrementaron sus niveles de expresión significativamente, conservando su sobre-expresión en más de dos aislados, lo que podría sugerir un posible rol de estos genes en la detoxificación de antihelmínticos como la ivermectina en aislados endémicos del nematodo *H. contortus* de campo como posibles candidatos a marcadores moleculares para el diagnóstico de resistencia a la misma droga. Con esta información se podrán diseñar estrategias moleculares para confirmar posibles marcadores en aislados diferentes, y de esta forma, poder considerar métodos de control integral y estrategias en campo para la identificación de aislados de *ngi* resistentes a fármacos con respecto a aislados de referencia, tomando como modelo a *H. contortus*.

LITERATURA CITADA

- Alonso-Díaz, M.A., Arnaud-Ochoa, R.A., Becerra-Nava, R., Torres-Acosta, J.F., Rodríguez-Vivas, R. I., Quiroz-Romero, R.H. 2015. Frequency of cattle farms with ivermectin resistant gastrointestinal nematodes in Veracruz. *Veterinary Parasitology*, 439–443.
- Campos-Ruelas, R., Herrera-Rodríguez, D., Quiroz-Romero, H., Olazarán-Jenkins, S. 1990. Resistencia de *Haemonchus contortus* a bencimidazoles en ovinos de México. *México: Tec. Pec. Mex.* 30–34.
- Laing, R., Gillan, V., Devaney, E. 2017. Ivermectin – Old Drug, New Tricks? *Trends Parasitology*, 33: 463-472. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2017.02.004>
- Lanusse, C.E., Alvarez, L.I., Lifschitz, A.L. 2016. Gaining insights into the pharmacology of anthelmintics using *Haemonchus contortus* as model nematode. In: *Haemonchus contortus* and haemonchosis – Past, present and future trends. London: Elsevier Ltd. pp. 465-518
- Kotze, A.C., Prichard, R.K. 2016. Anthelmintic Resistance in *Haemonchus contortus*: History, Mechanisms and Diagnosis. In: *Haemonchus contortus* and haemonchosis – Past, present and future trends London: Elsevier Ltd. pp. 397-428.
- Olazarán-Jenkins, S., Lopez-Arellano, M.E., Cedillo-Borda, M., Mendoza-de-Gives, P., Olmedo-Juárez, A. 2019. Eficacia antihelmíntica en campo por FECRT y confirmación de resistencia a bencimidazol por AS-PCR en nematodos de ovinos en Puebla, México. *Rev. Acad. Ciênc. Anim.* 17, 434-436.
- Reyes-Guerrero D.E., Cedillo-Borda M., Alonso-Morales R.A., Alonso-Díaz M.A., Olmedo-Juárez A., Mendoza-de-Gives P., López-Arellano M.E. 2020. Comparative study of transcription profiles of the P-glycoprotein transporters of two *Haemonchus contortus* isolates: susceptible and



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL**
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

- resistant to ivermectin, *Molecular and Biochemical Parasitology*, doi:
<https://doi.org/10.1016/j.molbiopara.2020.111281>.
- Roeber, F., Jex, A. R., & Gasser, R. B. (2013). Impact of gastrointestinal parasitic nematodes of sheep, and the role of advanced molecular tools for exploring epidemiology and drug resistance - An Australian perspective. *Parasites and Vectors*, Vol. 6(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-153>
- Whittaker, J.H., Carlson, S.A., Jones, D.E., Brewer, M.T. 2016. Molecular mechanisms for anthelmintic resistance in strongyle nematode parasites of veterinary importance, *J. Vet. Pharmacol. Therap.* <https://doi.org/10.1111/jvp.12330>.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

**ENSAYO INMUNOABSORBENTE LIGADO A ENZIMAS (ELISA) PARA LA DETECCIÓN DE LA
PROTEÍNA DE 15kDa Y DOS PÉPTIDOS DERIVADOS DE *Haemonchus contortus* (xL₃)**

**ENZYME-LINKED IMMUNOSORBENT ASSAYS (ELISA) FOR THE 15 kDa PROTEIN DETECTION
AND TWO DERIVATES PEPTIDES FROM *Haemonchus contortus* (xL₃)**

Camas-Pereyra R¹, Bautista-García GA¹, López-Arellano ME²

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, México, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México, C.P. 04510.

²Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Salud Animal e Inocuidad, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México. Carr. Fed. Cuernavaca-Cuatla, Col. Progreso, Jiutepec, Mor., México, C.P. 62550

Autor para correspondencia: mlopez_arellano@hotmail.com

RESUMEN

Las enfermedades originadas por nematodos gastrointestinales causan daño severo a la salud, principalmente en pequeños rumiantes, requiriéndose así, integrar métodos preventivos de control como es el uso de antígenos con posible potencial protector. El objetivo del presente estudio fue optimizar un ensayo indirecto inmunoenzimático (ELISA) para detectar antígenos específicos derivados de *Haemonchus contortus*. Para ello, se realizaron cultivos *in vitro* para la obtención de proteínas de excreción y secreción (E/S) de 15kDa del tercer estadio de transición de *H. contortus* xL₃, así como el análisis de dos péptidos sintéticos derivados de esta proteína identificados como carboxil peptidasa y serin-proteasa. Los péptidos fueron diseñados con base en los datos obtenidos por espectrofotometría de masas y utilizando diferentes páginas bioinformáticas. La confirmación de la proteína de 15 kDa y de los péptidos en estudio se realizó por geles de poliacrilamida y por PCR, respectivamente. Se analizaron muestras de suero de 4 ovinos negativos y positivos, respectivamente, a la infección por *H. contortus* para el reconocimiento de IgG anti-proteína 15 kDa y anti-péptidos. Los resultados obtenidos muestran confirmaron el peso que la mejor concentración para la proteína de 15 kDa fue de 0.625 µg/ml y el reconocimiento de IgG de los sueros positivos y negativos a *H. contortus* fue alcanzada en la dilución de 1:200 y de 1:5000 con el conjugado anti-IgG de ovino. El reconocimiento de la proteína mostró valores de absorbancia mayor a 1.0 OD. Así mismo, al analizar la dilución de 1:7500, los niveles de IgG anti-péptidos de carboxil peptidasa fueron mayores que los de la serin-proteasa, siendo la reacción aún mayor al analizar los péptidos conjuntamente (1.2 O.D.). Se concluye que la proteína de 15 kDa y los péptidos carboxil peptidasa y serin-proteasa fueron reconocidos por IgG de ovinos infectados con *H. contortus* utilizando ELISA indirecta. Los resultados obtenidos indican su posible uso para detectar la respuesta inmune de individuos en contra de este patógeno.

Palabras clave: *Haemonchus contortus*, IgG, excreción-secreción, serina, carboxyl.

INTRODUCCION

Las nematodosis representan una amenaza para la salud y el bienestar de los rumiantes en regiones de trópico y clima templado. En México, se ha señalado la prevalencia de géneros de nematodos altamente patógenos, siendo *Haemonchus* el más importante en rumiantes, por su hábito hematófago y por su localización en regiones de clima tropical (Vázquez *et al.*, 2004; González *et al.*, 2012; Cantacessi *et al.*, 2012).

El uso inadecuado de antihelmínticos comerciales ha generado problemas de resistencia múltiple a nivel mundial. Familias de drogas tan eficaces como los Bencimidazoles, Imidazotiazoles y Lactonas Macroclínicas han disminuido su eficacia antihelmíntica, y en algunas regiones, han perdido totalmente su utilidad (Han *et al.*, 2012; Fawzi *et al.*, 2014; Alonso *et al.*, 2015). De acuerdo con Nisbet *et al.* (2016), el desarrollo de agentes inmunizantes ha sido una de las diversas alternativas propuestas para el control



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

del nematodo *Haemonchus contortus*, siendo los productos de excreción y secreción (ESP), algunos de los antígenos que han sido analizados para su identificación, caracterización y evaluación como antígenos recombinantes.

Recientemente se observó la actividad de dos productos E/S de 15 kDa y 70 kDa de *H. placei in vitro*, asociados a procesos de inflamación y regulación de la respuesta inmune (Contreras-Ochoa et al., 2019, Maza-López et al., 2021). Maza-López et al. (2021) describen a la banda de proteínas de 15 kDa con mayor efecto biológico debido a la sobreexpresión observada de IL2, IL4, IL5, IL6, IL8, IL10, IL13, IFN γ , FC ϵ R1A y TFG β , en células sanguíneas mononucleares. Dentro del análisis funcional de las secuencias peptídicas en la banda, se identifica una proteasa de tipo serina (familia S28) a la cual se le atribuye una función patogénica durante la invasión larvaria al penetrar el tejido abomasal; sugiriéndose así, su potencial como futuro candidato vacunal.

Debido a que la utilización de proteínas recombinantes puede requerir de una mayor estabilidad, inclusión de modificaciones post-traduccionales y sistemas de expresión específicos, la utilización de péptidos con regiones antigénicas importantes podría ser clave para sobrepasar dichas limitantes, además de que la cantidad de investigaciones hechas en el área de helmintos, aún es limitada (Britton et al., 2020; Zawawi y Else, 2020; Zawawi et al., 2020). De esta forma, se podría analizar si secuencias peptídicas que estimulan efectos biológicos *in vitro* similares a los observados con el producto de E/S de 15 kDa, además de observar si dichas secuencias peptídicas pueden ser reconocidas por el sistema inmune del animal infectado.

El objetivo del presente estudio fue optimizar un ensayo indirecto inmunoenzimático ELISA para detectar a la proteína de 15 kDa y dos péptidos derivados, carboxil peptidasa y serin-proteasa, de *Haemonchus contortus* de la larva infectante de transición, xL₃.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

Los experimentos de este trabajo fueron desarrollados en el Laboratorio de Helmintología en el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Salud Animal e Inocuidad (CENID-SAI) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) que se localiza en Jiutepec, Morelos, México.

Cultivo *in vitro* de L₃-L₄

Se llevó a cabo un cultivo *in vitro* para la obtención de ESP y el desarrollo de L₃ a L₄ en medio Hank's Balanced Salts Without sodium bicarbonate (Sigma-Aldrich®, St. Missouri, USA) suplementado con eritrocitos lavados con VyM, Antibiótico-Antimicótico y Anfotericina e incubados a 37°C con 5% de CO₂ por 14-21 días (Ramírez, López, Mendoza, Liéban, & Vázquez, 2006). Los ESP se obtuvieron a las 24, 48 h, 4, 7, 9, 11, 14, 17, 19 y 21 días. Los ESP se separaron en SDS-PAGE al 5 y 12% para la confirmación de proteínas.

Confirmación de los ESP

Los productos de excreción y secreción fueron cuantificados por el método de BCA (Pierce™ BCA Protein Assay Kit, Illinois, USA) siguiendo las instrucciones del fabricante. La confirmación de proteínas colectadas se hizo mediante geles de poliacrilamida con Sodio Duodecil Sulfato (SDS-PAGE) al 5% y 12%.

Selección de péptidos

Derivado del análisis de péptidos de la proteína de 15 kDa realizado por Maza-López et al. (2021), se seleccionaron dos genes, serina y carboxil peptidasas. A partir de ambas proteasas, se realizó un análisis *in silico* en distintas plataformas bioinformáticas derivadas del repositorio central UniProt para la selección de péptidos inmunodominantes a sintetizar. Los péptidos fueron sintetizados por péptidos (Map8) liofilizados, los cuales fueron diluidos con una solución PBS pH 7.4.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Confirmación de péptidos

Se realizó RT-qPCR para evaluar la amplificación de las secuencias conteniendo a los péptidos diseñados. La confirmación se hizo a partir de geles de agarosa al 1.5%.

Inmunoensayo enzimático (iELISA)

La dilución de los antígenos se realizó con solución amortiguadora de carbonatos, pH 9.6 a concentración de 0.625, 1.25, 2.5 y 5 µg/mL para ESP y se incubó durante toda la noche a 4 °C. Posteriormente, se realizaron 3 lavados rápidos y 3 lavados de 5 minutos cada uno con la solución PBS-Tween. Se procedió a bloquear la placa con 100 µL de solución bloqueadora (Leche descremada al 0.5% en PBS-Tween) a temperatura ambiente durante 1 hora y se realizaron lavados de la misma forma con PBS-Tween. Se aplicó por triplicado los sueros en dilución 1:300 con la solución PBS-Tween y se colocaron 100 µL por pozo y se incubó durante 45 min a temperatura ambiente y se lavó nuevamente con PBS-T. La detección de anticuerpo se llevó a cabo adicionando 100 µL de conjugado anti IgG (SIGMA, St Louis MO, USA) en dilución 1:5000, 1:7500 y 1:10000 en la solución PBS-Tween incubando 45 minutos a temperatura ambiente y realizando lavados de la misma forma con PBS-Tween. Finalmente, se agregó 50 µL de sustrato TMB (Tetramethyl benzide, Sigma) dejándolo reaccionar durante minutos. Se llevó a cabo la determinación de la densidad óptica mediante un lector de placa de ELISA a una absorbancia de 650 nm. Para finalizar, la reacción se frenó mediante la adición de 50 µL de H₂SO₄ 1N por pozo y se llevó a cabo la determinación de la densidad óptica a una absorbancia de 450 nm El inmunoensayo enzimático se llevó a cabo con la titulación de ESP, dos péptidos, suero y conjugado anti-IgG de ovino en placas de poliestireno.

Para el caso de péptidos, se realizaron ensayos por inmunoabsorción ligados a enzimas (ELISA) de manera indirecta, utilizando una concentración de 0.625 µg/ ml para los péptidos, tanto de manera individual, como conjunta. La dilución del suero fue a razón 1:300 y respecto al antígeno conjugado, se utilizó a la "Peroxidase AffiniPure Rabbit Anti-Sheep IgG" y se evaluó una dilución de 1:7500, usándose a la Tetrametilbencidina (TMB) como sustrato. El registro de absorbancia de las placas fue a 650 nm de OD. Las muestras de suero para la titulación del antígeno fueron obtenidas de 4 ovinos (*Ovis orientalis aries*) de 4 meses de edad, tanto negativos pre-infección como positivos post-infección. Para los péptidos, se utilizaron muestras de suero de 1 ovino de 4 meses para cada ensayo individual y conjunto: 3 tomas como suero negativo (cada 7 días) y 5 tomas para suero positivo (1, 2, 3, 4 y 5 meses).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Colecta y purificación parcial del ESP de 15 kDa

La colecta del ESP de 15 kDa en el cultivo in vitro se realizó a partir de los 9 días de incubación del desarrollo de L₃ a L₄. La confirmación de ESP 15kDa se realizó en geles de poliacrilamida (SDS-PAGE) al 12% como se muestra en la figura 1.

Debido a la escasa cantidad de los ESP colectados, esta metodología se realizó constantemente durante el estudio. La proteína se concentró con tubos concentradores Corning® Spin-X® concentrators, la concentración se estimó por el método de BCA para la realización de iELISA obteniendo una concentración de 147 µg/mL.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

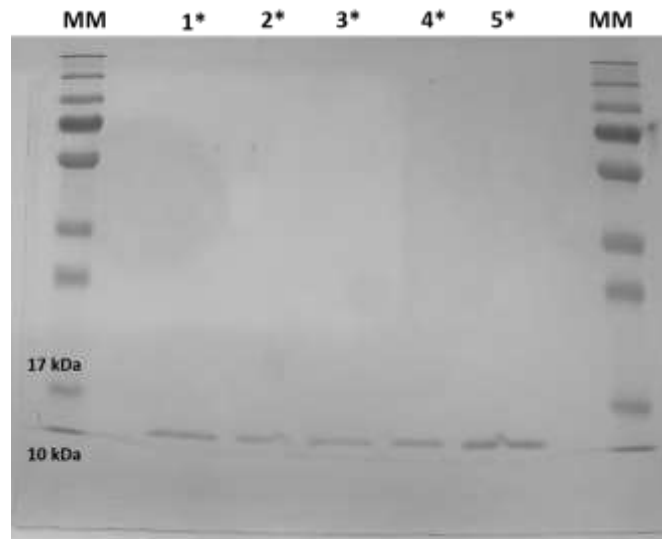


Figura 1. Productos de excreción y secreción obtenidos del desarrollo de L₃ a L₄ de *H. contortus*, donde 1, 2, 3, 4 y 5 corresponden a los 9, 13, 15, 19 y 21 días, respectivamente.

Confirmación de genes carboxil peptidasa y serin-proteasa

Se confirmó la amplificación de los genes utilizados para el diseño de péptidos que fueron sintetizados. Se observaron bandas de 1000 pb para la carboxil peptidasa y la proteasa tipo serina, tanto larva y adulto.

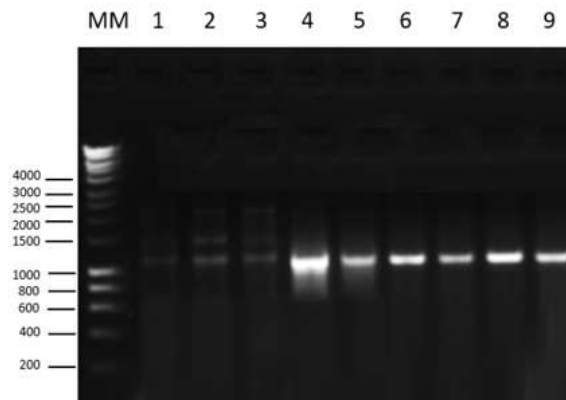


Figura 2. Amplicones de los genes utilizados para la selección de péptidos serin-proteasa y carboxil peptidasa de *H. contortus*. Carril 1, 2 y 3 correspondiente a serin-proteasa xL₃. Carril 4 y 5 correspondiente a serin proteasa de adulto. Carril 5, 6 y 7 correspondiente a carboxil peptidasa xL₃. Carril 8 y 9 correspondiente a carboxil peptidasa de adulto.

Titulación de controles y concentración de ESP 15 kDa

Los datos obtenidos de la titulación, se presentan en la Figura 2. Los ensayos se realizaron con muestras de suero de ovino en dilución 1:200, control negativo y positivo a la infección por *H. contortus*. Se evaluaron tres diluciones de conjugado, además, cuatro diferentes concentraciones de ESP 15 kDa obtenido de jerbo, correspondientes a las concentraciones de 5, 2.5, 1.25 y 0.625 µg/mL, las cuales mostraron diferencias significativas entre ellas ($p < 0.01$). La mayor reacción de reconocimiento se observó en la dilución 1:7500, a una concentración de 0.625 µg/mL.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

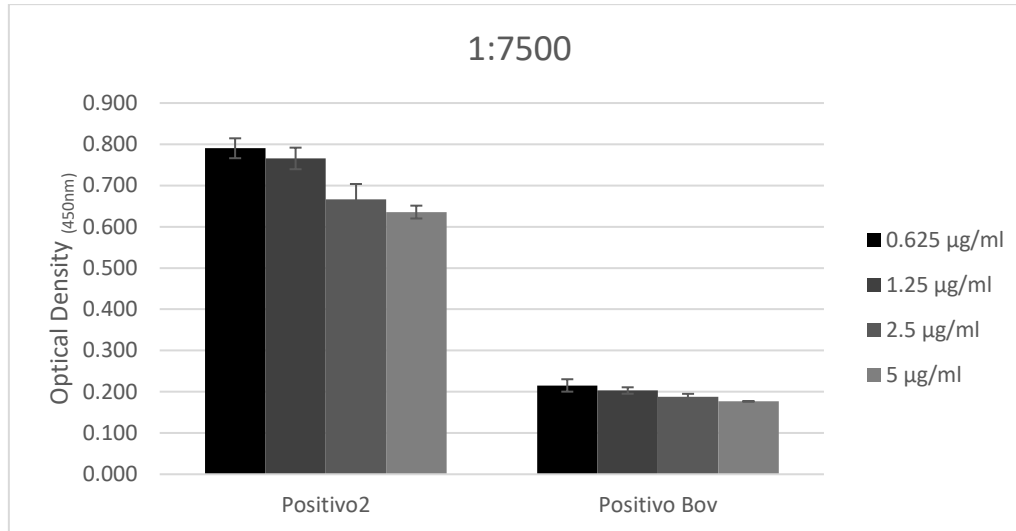


Figura 3 Titulación de ESP con cuatro diferentes concentraciones y tres diluciones de conjugado

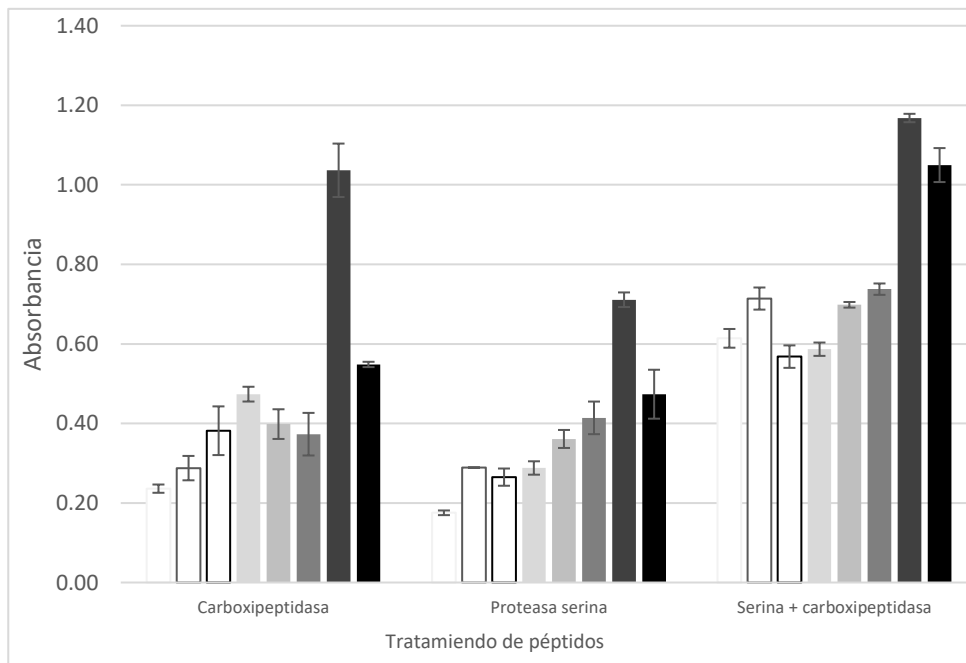


Figura 4. Niveles de absorbancia alcanzados en ELISA's con tratamiento de los péptidos serin y carboxilpeptidasa, en sueros negativos y positivos de ovinos. OD: 650 nm. De izquierda a derecha, barras en blanco indican sueros negativos de 7, 14 y 21 días respectivamente. Barras grises y negras indican sueros positivos correspondientes a 1, 2, 3, 4 y 5 meses respectivamente.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Los ensayos realizados con los péptidos sintéticos mostraron reconocimiento de ambas secuencias en las muestras de suero positivo analizadas. Los niveles de IgG en suero mostraron un incremento gradual desde el 1° mes, alcanzando un pico máximo en el 4° mes de infección en el animal (Figura 3). Como puede observarse, la infección a partir del 5° mes mostró un decremento del pico de anticuerpos en los péptidos evaluados de manera individual, cuya disminución es menos acentuada al evaluarse de manera conjunta. Este decremento de anticuerpos coincide con lo señalado por Nisbet et al. (2013), quienes, al evaluar proteínas recombinantes como agentes inmunizantes, observaron decrementos de anticuerpos 15 días después del pico máximo alcanzado.

En la evaluación de péptidos de manera conjunta, el nivel de absorbancia registrado para el suero negativo a los 21 días (0.714 ± 0.0278) alcanzó magnitudes comparables con las alcanzadas por muestras positivas (0.6983 ± 0.0071 y 0.7377 ± 0.0143 , 2 y 3 meses respectivamente). Esto es comparable con lo señalado por Piedrafita et al. (2012) y Basseto et al. (2014), quienes observaron niveles de anticuerpos similares o incluso inferiores a los alcanzados por el grupo control, tanto semanas antes de la infección, como 8 semanas después de la exposición al antígeno recombinante.

Respecto a los niveles de anticuerpos de un mes de infección, las magnitudes pueden ser comparables con muestras negativas debido a un probable reconocimiento antigénico limitado. Esto probablemente sea consecuencia de la duración del ciclo biológico del parásito, donde la carga de parásitos alcanzada a 1 mes post infección, no es suficiente para inducir una respuesta humoral elevada.

CONCLUSIONES

Se concluye que la proteína de 15 kDa y los péptidos carboxil peptidasa y serin-proteasa fueron reconocidos por IgG de ovinos infectados con *H. contortus* utilizando ELISA indirecta. El reconocimiento observado con los péptidos derivados de la proteína de 15 kDa muestra que ambas fracciones antigénicas podrían tener la capacidad de estimular memoria inmunológica. Los resultados obtenidos indican su posible uso para detectar la respuesta inmune de individuos en contra de este patógeno.

LITERATURA CITADA

- Alonso Díaz M. A., Arnaud Ochoa R. A., Becerra Nava R., Torres Acosta J.F.J., Rodríguez Vivas R. I. y Quiroz Romero R. H. 2015. Frequency of cattle farms with ivermectin resistant gastrointestinal nematodes in Veracruz, México. *Veterinary Parasitology* 212: 439-443.
- Britton Collette, Emery David L., McNeilly Tom N., Nisbet Alasdair J. y Stear Michael J. 2020. The potential for vaccines against scour worms of small ruminants. *International Journal of Parasitology*. 50: 533-553.
- Cantacessi Cinzia, Campbell Bronwyn E. y B. Gasser Robin 2012. Key strongylid nematodes of animals – Impact of next generation transcriptomics on systems biology and biotechnology. *Biotechnology Advances*. 30: 469-488.
- Contreras-Ochoa Carla, Lagunas-Martínez Alfredo, Reyes-Guerrero David E., Bautista-García Génesis A., Tello López Ángel T., González Garduño Roberto, López- Arellano Ma. Eugenia 2019. Excreted and secreted products (72/60 kDa) from *Haemonchus placei* larvae induce in vitro peripheral Blood mononuclear cell proliferation and activate the expression of cytokines and FC ϵ R1A receptor. *Experimental Parasitology* 107755. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2019.107755>
- Fawzi Elshaima M., González Sánchez María, Corral Jesús María, Cuquerella Montserrat y Alunda M. José 2014. Vaccination of lambs against *Haemonchus contortus* infection with a somatic protein (Hc23) from adult helminths. *Int. J. Parasitol.* 44: 429-436
- González Garduño, Roberto, Torres Hernández, Glafiro, López Arellano, María Eugenia, & Mendoza de Gives, Pedro 2012. Resistencia antihelmíntica de nematodos parásitos en ovinos. *Revista de Geografía Agrícola*, (48-49),63-74



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

- Han Kaikai, Xu Lixin, Yan Ruofeng, Son Xiaokai y Li Xiangrui 2012 Vaccination of goats with glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase DNA vaccine induced partial protection against *Haemonchus contortus*. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 149: 177-185
- Maza López J., Pacheco-Armenta M, Reyes-Guerrero D, Olmedo-Juárez A, González-Garduño R, Olazarán-Jenkins S, 2021. Analysis of immunomodulatory activity of excreted and secreted products from *Haemonchus placei* transition infective larvae xL₃ *Veterinary Parasitology (in press)*.
- Nisbet A. J., Meeusen E. N., González J.F. y Piedrafita D. M. 2016. Immunity to *Haemonchus contortus* and Vaccine Development. *Avances in Parasitology* Vol. 93. Capítulo 8.
- Vázquez Prats, V., Flores Crespo, J., Santiago Valencia, C., Herrera Rodríguez, D., Palacios Franquez, A., Liébano Hernández, E., Pelcastre Ortega, A. 2004. Frecuencia de nemátodos gastrointestinales en bovinos de tres áreas de clima subtropical húmedo de México. *Técnica Pecuaria de México*, 42(2):237-245.
- Zawawi Ayat y Else Kathryn J. 2020. "Soil-Transmitted Helminth Vaccines: Are We Getting Closer?" *Frontiers in Immunology* 11:576748.
- Zawawi Ayat, Forman R., Smith H., Mair I., Jibril M., Albaqshi MH. 2020. *In silico* design of a T-cell epitope vaccine candidate for parasitic helminth infection. *PLoS Pathogens* 16 (3).

REFERENCIAS INFORMATICAS

- SIAP, 2013. <http://www.siap.gob.mx/> (consultado el 18 de marzo de 2018).



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**ESTABLECIMIENTO DEL PASTO CAMELLO EN SUELOS ÁCIDOS DE LA SABANA DE
HUIMANGUILLO**

ESTABLISHMENT OF CAMEL GRASS IN ACID SOILS OF THE HUIMANGUILLO SAVANNA

**¹Granados Zurita L., ²Guiot García JD., ¹Quiroz Valiente J., ³Jimenez Ortiz MM, ¹Castillo Linares.
EB., ⁴Salaya Calle ER.**

¹Campo Experimental Huimanguillo (CIRGOC) del INIFAP. Km. 1 carretera Huimanguillo – Cárdenas.

²Papalotla Roma - Orizaba N° 195, Delegación Cuauhtémoc, Ciudad de México. ³y⁴Consultor independiente.

Autor para correspondencia: granados.lorenzo@inifap.gob.mx

RESUMEN:

El objetivo fue evaluar diferentes niveles de fertilización en el establecimiento del pasto Camello (*Brachiaria* sp.) durante la época de nortes en Huimanguillo, Tabasco. Se utilizaron tres dosis de fertilización (100-40-00, 100-80-00 y 100-120-00) y un testigo sin fertilizar. Se evaluó la altura de la planta, longitud de la hoja, diámetro del tallo, relación hoja-tallo y cobertura. Para el análisis se utilizó un modelo completamente al azar con cuatro repeticiones. Los resultados indican que la altura, diámetro de tallo, relación hoja-tallo y cobertura total en el establecimiento, se dieron de manera más eficiente para los tratamientos donde se empleó fertilización. Se concluye que el uso de fertilización mejora las características agronómicas al establecimiento del pasto Camello.

Palabras clave: Especie, sabana, establecimiento.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

FERTILIZACIÓN ORGANICA E INORGANICA EN EL RENDIMIENTO DE MAÍZ (*Zea Mayz L.*) PARA SILO

ORGANIC AND INORGANIC FERTILIZATION IN THE YIELD AT THE HARVEST OF CORN (ZEA MAYZ L.) FOR SILO

¹Jimenez Ortiz MM., ²Granados Zurita L., ²Quiroz Valiente J., ^{1*}López Martínez G. ¹ Consultor independiente.

²Campo Experimental Huimanguillo (CIRGOC) del INIFAP. Km1 carretera Huimanguillo – Cárdenas.
Autor para correspondencia: granados.lorenzo@inifap.gob.mx

RESUMEN:

Con el objetivo de evaluar la fertilización orgánica en algunas variables agronómicas y en el rendimiento del forraje de maíz (*Zea mayz L.*) para silo, se realizó un trabajo en Huimanguillo, Tabasco. Se evaluaron cinco tratamientos en el cultivo de maíz: un testigo (sin fertilizante) T1= testigo 00-00-00; tres dosis de fertilización orgánica (composta de estiércol bovino); T2= 15 toneladas ha⁻¹ de composta (15C), T3= 30 toneladas ha⁻¹ de composta (30C), T4= 45 toneladas ha⁻¹ de composta (45C); y una dosis de fertilización química T5= 160-60-30 toneladas ha⁻¹ de NPK. La mayor altura de planta se obtuvo con el tratamiento 45C. Para las variables altura de mazorca y densidad inicial no se presentó diferencia significativa ($P \geq 0.05$). En la densidad inicial de plantas la tendencia indica que existe 11.1 y 14.9 % menos de plantas para el testigo y la fertilización inorgánica respectivamente, respecto a los tratamientos 15C y 30C. En relación a la densidad final del cultivo, el análisis de los datos mostró diferencia ($P \leq 0.05$) entre tratamientos. El análisis estadístico no mostró diferencia ($P \geq 0.05$) para el rendimiento total, sin embargo la tendencia al mayor rendimiento se observa con el tratamiento 30C, estando 43.2 % arriba del tratamiento testigo y fertilización inorgánica. Los resultados obtenidos en el cultivo de maíz para ensilar indican que podemos implementar un manejo de fertilización orgánica como el estiércol bovino composteado en sustitución del fertilizante inorgánico, no demeritando el rendimiento del cultivo.

Palabras clave: Fertilización, período, región, excretas.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**ESTABLECIMIENTO DE ESPECIES FORRAJERAS DE RECIENTE INTRODUCCIÓN EN SUELOS
DE LOMERÍO DE PICHUCALCO, CHIAPAS**

**ESTABLISHMENT OF RECENTLY INTRODUCED FORAGE SPECIES IN THE SOILS OF THE HILLS
OF PICHUCALCO, CHIAPAS**

¹Granados Zurita L, ²Guiot García J D, ¹Quiroz Valiente J, ⁴Jiménez ORTIZ. M. M., ¹Castañeda Arriola. RO. ³Ibarra Puc J C, ¹Catillo Linares E B, ⁵Moreno Bravo E.

¹Campo Experimental Huimanguillo (CIRGOC) del INIFAP. Km1 carretera Huimanguillo – Cárdenas.

²Papalotla Roma - Orizaba N° 195, Delegación Cuauhtémoc, Ciudad de México. ³y ⁴Consultor independiente.

⁵Profesor Universidad Autónoma de Chiapas Campus Pichucalco.

Autor para correspondencia: granados.lorenzo@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo del estudio fue conocer el proceso de establecimiento de diez especies forrajeras. El trabajo se realizó en el Sitio Experimental Pichucalco del INIFAP. Se empleó una superficie de 50 m de largo y 25 m de ancho para evaluar el establecimiento de diez especies: Mombasa, Mestizo, GP1467, Cobra, Mulato II, GP1435, Decumbens, Brizantha, Humídicola y Estrella de África. Las variables evaluadas fueron: la altura de la planta, número de hijuelos, producción de materia seca y porcentaje de cobertura. Se analizaron estadísticamente con el procedimiento GLM del programa estadístico SAS (2008). Para la variable altura de hijuelos se encontró significancia ($P < 0.001$) en Mombasa, que fue la especie que tuvo mayor altura (60 cm). Con respecto a la producción de materia seca y cobertura, no se encontró diferencia entre las especies evaluadas ($P > 0.001$). Se concluye que, durante el establecimiento las especies, presentaron diferentes curvas para altura y número de hijuelos, no así en la variable producción de materia seca y cobertura, ya que estas últimas tienden a ser iguales en materia seca y aproximarse el 90 % de cobertura a los 110 días en todas las especies.

Palabras claves: *Especies, región, curvas, establecimiento*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**RENDIMIENTO DE MATERIA SECA Y CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA DE UNA ASOCIACIÓN
MOMBAZA-KUDZÚ EN PASTOREO POR BOVINOS**

**DRY MATTER YIELD AND PROTEIN CONCENTRATION OF A MOMBAZA-KUDZÚ ASSOCIATION
IN CATTLE GRAZING**

**¹Bolaños Aguilar ED, ²Enríquez Quiroz JF, ³Fragoso Islas, ⁴Castañeda Arriola RO, ²Maribel
Montero LM, ²Vinay Vadillo JC**

Centro de Investigación Regional del Golfo Centro (CIRGOC) del INIFAP. ¹C.E.-Huimanguillo, Km 1 Carretera Huimanguillo-Cárdenas. Huimanguillo, Tabasco, México. CP. 86600. ²C.E. La Posta. Km 22.4 Carretera Veracruz-Córdoba. Paso del Toro Medellín, Veracruz, México CP. 94277. ³S.E Las Margaritas. Km 9.5 carretera Hueytamalco – Tenampulco, Hueytamalco, Puebla, México C.P. 73588. ⁴S.E Pichucalco, Pichucalco Chiapas, México.

Autor para correspondencia: bolanos.eduardo@inifap.gob.mx

RESUMEN: El objetivo fue evaluar el efecto de las leguminosas en el rendimiento de materia seca (RMS) y concentración de proteína de la pradera en diferentes épocas del año. El estudio se realizó en campo del 19 de diciembre de 2019 al 21 de julio de 2020 en el S.E. Pichucalco, Chiapas, del INIFAP. Se utilizaron 2 ha cubiertas por Mombaza, y 2 ha cubiertas por la asociación Mombaza-Kudzú. En cada pradera se introdujeron 6 becerras de la raza Brahman recién destetadas. El pastoreo fue rotacional con 14 días de ocupación y 42 días de descanso. Se midió el RMS del forraje disponible de ambas praderas y de la leguminosa, la concentración de proteína y FDN. Hubo cambios en el RMS entre épocas en ambas praderas. El menor RMS fue en la época seca con 2963 kg ha⁻¹ para la pradera en monocultivo, y 3771.5 kg ha⁻¹ para la asociación. El mayor RMS fue en lluvias con 10092.0 kg ha⁻¹ para el monocultivo, y 8977.0 kg para la asociación. El Kudzú registró mayor RMS en nortes con 763.4 kg ha⁻¹. La asociación mantuvo mayor concentración de proteína con 31.9 g kg⁻¹MS más que la pradera en monocultivo.

Palabras clave: *biomasa, Panicum máximum, Pueraria phaseoloides, valor nutritivo.*

INTRODUCCIÓN

En las zonas tropicales, las praderas son la base del forraje para la producción animal en pastoreo; sin embargo, presentan estacionalidad de producción de biomasa (Jones y Hu, 2006). La mayor producción de los pastos es en la época lluviosa que cubre los meses de junio a septiembre. Se tienen registros de rendimientos de forraje de cuatro veces menos en la época seca (de marzo a mediados de junio) con respecto a la época de lluvias (Pardo *et al.*, 2020). Lo anterior produce cambios necesarios en la carga animal de las praderas. Una estrategia para el manejo de la distribución estacional de forraje es el uso de praderas mixtas, principalmente el uso de leguminosas mezcladas con gramíneas. Lo anterior ha permitido disminuir las fluctuaciones en producción de biomasa durante el año (Prieto *et al.*, 2015). El asociar leguminosas con gramíneas ofrece varias ventajas con respecto a la gramínea creciendo en monocultivo. Las leguminosas obtienen nitrógeno de la atmósfera a través de bacterias fijadoras de nitrógeno que se encuentran formando nódulos en las raíces (Sprent *et al.*, 2017). Las leguminosas tienen una mayor concentración de proteína que las gramíneas (Lüscher *et al.*, 2014), registrando mejoras en el rendimiento de biomasa de la pradera mixta hasta en 21.5% promedio (Castillo *et al.*, 2014). Por ello, las asociaciones gramínea-leguminosa pueden mejorar la nutrición y producción animal (Olivera *et al.*, 2012). El objetivo del presente estudio fue evaluar el impacto de las leguminosas sobre el rendimiento de materia seca y contenido de proteína de la pradera mixta.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Sitio Experimental “Pichucalco” del INIFAP ubicado en Pichucalco, Chiapas. El suelo presentaba una textura franca, con alto contenido de materia orgánica (3.59%) y pH ligeramente ácido (6.08). De junio a agosto 2018, sobre una superficie de 4 ha, se eliminó la vegetación secundaria a través del corte con machete y quema del material cortado, siendo la principal gramínea invasora la gramínea *Paspalum virgatum*. En el mes de septiembre se realizó la siembra de los dos tipos de pradera a estudiar: pradera de Mombaza en monocultivo y pradera Mombaza-Kudzú (asociación). La siembra fue al espeque y por semilla tanto para la gramínea como para la leguminosa. Se utilizaron 2 ha para cada pradera. La pradera en monocultivo la cual estuvo formada por *Panicum máximum* var. Mombaza, fue sembrada con 7 kg ha⁻¹. La pradera asociada estuvo formada por el pasto Mombaza más la leguminosa *Pueraria phaseoloides* (Kudzú) La dosis de siembra de Mombaza fue de 6 kg ha⁻¹ y de 3 kg ha⁻¹ de la leguminosa, ambas sembradas al mismo tiempo. No hubo fertilización. Tanto la pradera en monocultivo como la asociada quedaron establecidas en junio 2019. De noviembre 2019 a febrero 2020 (época de Nortes) se tuvo una lluvia acumulada de 580 mm con temperatura promedio de 23°C. De marzo a mayo 2020 (época Seca) la lluvia acumulada bajó a 250 mm con temperatura promedio de 29 °C, y de junio a julio 2020 (época de Lluvias) aumentó la lluvia acumulada a 450 mm con temperatura promedio de 30 °C.

Durante los meses de octubre y noviembre 2019, cada una de las dos parcelas (cada parcela de 2 ha) se subdividió en cuatro subparcelas con cercos eléctricos y con colocación de postes a 10 metros de distancia. Se utilizaron 12 becerras en total de la raza Brahman (*Bos indicus*), y se dividieron en dos grupos homogéneos de 6 animales, cada grupo se asignó aleatoriamente a una de las dos parcelas. Cada becerro fue considerada una repetición. El grupo 1 promedió 206 kg y fue asignado a la parcela de la asociación Mombaza-Kudzú, y el grupo 2 promedió 210 kg y se asignó a la parcela de Mombaza en monocultivo. Hubo pastoreo de adaptación del 9 al 18 de diciembre 2019. El pastoreo oficial se realizó del 19 de diciembre 2019 al 21 de julio 2020, período que cubrió las tres épocas del año las cuales quedaron descritas anteriormente, siendo el sistema de pastoreo rotacional con 14 días de ocupación por 42 de descanso, pesándose los animales cada 42 días. La toma de muestras de las praderas se realizó en una sola subparcela de cada parcela. En ambas subparcelas se tomaron muestras cada 42 días; es decir, al término de cada ciclo de pastoreo. El forraje disponible se obtuvo del corte del forraje presente dentro de cuatro cuadros de acero de 1.0 m² cada uno, asignados aleatoriamente en cada subparcela, según el método propuesto por Toledo and Schultze-Kraft (1982). De esta manera, para las cosechas de ambos tipos de praderas se utilizaron 4 repeticiones y se realizaron los días 19 de diciembre 2019, 23 de enero y 28 de febrero 2020 para la época de Nortes, 04 de abril y 10 de mayo para la época Seca, y 15 de junio y 21 de julio para la época de Lluvias. El material colectado se pesaba en báscula electrónica portátil con capacidad de 10 kg +/- 1 g. Para determinar el rendimiento de materia seca (RMS, kg ha⁻¹) de cada subparcela, se separaron submuestras de 300 g de MV, las que se secaron en estufas de aire forzado a 65°C por 48h. El RMS se calculó en base al rendimiento en materia seca de los 300 g de MV y en base al rendimiento de materia verde total del m², el cual se extrapolaba a una ha. Para la determinación del rendimiento de materia seca (kg de MS ha⁻¹) o proporción de la leguminosa en la biomasa total, se utilizó una segunda submuestra de 200 g la cual se separó en sus componentes gramínea y leguminosa. La proporción de la leguminosa (%) en la biomasa total, se obtuvo dividiendo el peso seco de la leguminosa por el peso seco de la biomasa total (gramínea + leguminosa).

Las concentraciones de proteína (g kg⁻¹MS) se determinó en tres fechas de muestreo (19 de diciembre 2019, 10 de mayo y 21 de julio 2020) las cuales son representativas de cada época del año. Estas determinaciones se cuantificaron de las muestras secas de 300 g de MV, que fueron previamente molidas a un tamaño de partícula de 1 mm. La concentración de proteína se determinó por el método de Kjeldhal, multiplicando el contenido de N por el factor de conversión 6.25. **Análisis Estadístico.** El análisis de varianza aplicado para determinar el forraje disponible y concentración de proteína fue en



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

base al procesador de Modelos Lineales Generalizados (GLM) del Statistical Analysis Aystems SAS (SAS, 2010). El efecto de fecha de cosecha, tipo de pradera y de la interacción fecha x pradera, se analizaron en un diseño completamente al azar en arreglo de parcelas divididas; la parcela grande fue la fecha de cosecha, y la parcela chica el tipo de pradera. La comparación entre medias fue por el método de Tukey ($p < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN: Rendimiento de Materia Seca Disponible (RMS)

Hubo interacción ($p > 0.05$) fecha de cosecha x tipo de pradera para el RMS disponible (Cuadro 1). El patrón cronológico del RMS disponible fue similar en ambos tipos de pradera a través del período de evaluación.

Cuadro 1. Cuadrados Medios para el rendimiento de materia seca disponible de las praderas (RMS), de la leguminosa de la pradera asociada, y proteína del forraje disponible, a la edad de rebrote de 42 días, cosechado en siete fechas diferentes y en dos tipos de praderas.

Variables Medidas	Media	Fecha (F)	Pradera (P)	F x P
RMS, kg ha ⁻¹	5337.07	383 x 10 ⁵ NS	107 x 10 ³ ***	685 x 10 ³ *
Leguminosa, kg ha ⁻¹ <i>gl</i>	660.12	156 x 10 ³ *** 6	----- 1	----- 6
Proteína, g kg ⁻¹ MS <i>gl</i>	98.75	2975.9 ***	4585.6 *** 1	635.4 ** 2

NS= No significativo; *, **, ***, significancia a los niveles de probabilidad de 0.05, 0.01 y 0.001, respectivamente. *gl*= grados de libertad.

Del 19 de diciembre al 4 de abril y en la cosecha del 15 de junio, no hubo diferencias ($p > 0.05$) en la disponibilidad del RMS entre ambos tipos de pradera, con rendimientos promedio de 3769.5, 4079.3, 4444.2 y 5279.65 kg de MS ha⁻¹, con respecto a las fechas 19-dic-19, 23-ene-20, 28-feb-20 y 04-abr-20, y con un rendimiento de 6885.4 kg ha⁻¹ para la fecha del 15 de junio (Cuadro 2).

Cuadro 2. Forraje disponible en dos tipos de pradera y forraje disponible de la leguminosa en siete fechas de cosecha.

Tipo de Pradera	Fecha de cosecha	Forraje disponible (kgMS/ha)	Leguminosa (kgMS/ha)
Pradera de Mombaza en monocultivo	19-dic-19	3843.3 c	-
	23-ene-20	4111.3 cde	-
	28-feb-20	4385.5 cd	-
	04-abr-20	5195.0 c	-
	10-may-20	2963.0 e	-
	15-jun-20	7076.5 b	-
	21-jul-20	10092 a	-
Pradera de Mombaza asociado a Kudzú	19-dic-19	3695.8 d	773.8 a
	23-ene-20	4047.3 d	788.2 a
	28-feb-20	4503.0 dc	728.3 ab
	04-abr-20	5364.3 c	561.1 bc
	10-may-20	3771.5 d	335.1 d
	15-jun-20	6694.3 b	519.0 dc
	21-jul-20	8977.0 a	915.2 a

Promedios con letra diferente dentro de una columna por tipo de pradera, son diferentes a $P \leq 0.05$.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

Las diferencias en RMS entre los dos tipos de pradera se dieron en la época seca del año en la cosecha del 10 de mayo, y en la época de lluvias en la cosecha del 21 de julio. En esta época seca, la asociación Mombaza-Kudzú fue la pradera con mayor RMS, con un valor de 3771.5 vs 2963 kg de MS ha⁻¹ de la pradera formada solo por Mombaza. Pardo *et al.*, (2020) al comparar una pradera asociada *Brachiaria humidicola*-*Arachis pintoi* vs *B. humidicola* sola, observaron también que la pradera asociada registró mayor RMS que la pradera en monocultivo en la época seca del año, en suelos muy ácidos (pH < 4.6) de baja fertilidad. La mayor estabilidad de producción de las praderas mixtas en épocas de difícil crecimiento para la planta ya había sido anteriormente observada en otros estudios (Sleugh *et al.*, 2000, Tilman *et al.*, 2006). En la época de lluvias, el mayor RMS fue en la pradera en monocultivo con 1115 kg de MS ha⁻¹ más que la registrada por la pradera asociada. Resultados semejantes fueron registrados por Domínguez *et al.*, (2017), quienes reportaron en una pradera de *Brachiaria humidicola* 1.2 t ha⁻¹ más producción de MS que en la asociación *B. humidicola*-*Stylosanthes guianensis*, en la época de lluvias, en la Sabana de Huimanguillo. En una primera etapa se registra una estabilidad en el RMS en ambos tipos de pradera del 19-dic-19 al 04-abr-20. Posteriormente, este patrón del RMS disponible incluyó una declinación al pasar del mes de abril a mayo (época seca del año). La pradera en monocultivo disminuyó en 2232.0 kg de MS ha⁻¹ al pasar del 4 de abril al 10 de mayo (período de 42 días), mientras que en este mismo período la pradera asociada disminuyó en 1592.80 kg de MS ha⁻¹. Del 10-mayo-20 al 21-jul-20 la pradera en monocultivo registró el mayor aumento del RMS, en 7129.0 kg de MS ha⁻¹, siendo el incremento menor en la pradera asociada, con 5205.50 kg de MS ha⁻¹. La pradera asociada mantuvo un bajo RMS de la leguminosa en las diferentes fechas de cosecha (Cuadro 2). En los meses de diciembre 2019 a febrero 2020 el Kudzú registró mayores RMS promediando 763.4 kg ha⁻¹, lo que significó un 19.4% del rendimiento de la pradera. Esta proporción declinó durante el período seco del año a 335.1 kg ha⁻¹ (9%). Al final de estudio y durante la época de lluvias, la proporción del Kudzú aumentó a 915.2 kg ha⁻¹ pero mantuvo su proporción en la pradera en 11.0% dado al elevado aumento en biomasa de la pradera (Mombaza + Kudzú). Resultados semejantes fueron reportados por García *et al.*, (2015), quienes registraron un aumento de 3 veces más del RMS del Kudzú al pasar de la época seca a la época de lluvias.

Concentración de proteína. Hubo interacción fecha de cosecha x tipo de pradera para la concentración de proteína (Cuadro 3). La interacción fue originada en la época de lluvias (21-jul-20) al no haber diferencias entre los dos tipos de praderas en concentración de proteína, promediando ambas praderas 75.38 g kg⁻¹MS. Por el contrario, tanto en la época de nortes (19-dic-19) como en la época seca (10-mayo-20), la concentración de proteína fue mayor en la pradera asociada Mombaza-Kudzú registrando 41.46 y 40.0 g kg⁻¹MS más de proteína que la pradera de Mombaza en monocultivo. Era de esperarse que la pradera Mombaza-Kudzú registrara mayor concentración de proteína, como resultado de un mayor registro del Kudzú de hasta 1.7 veces más proteína que el pasto Mombaza, promediando a lo largo del estudio 146.26 g kg⁻¹MS (Cuadro 3).

Cuadro 3. Concentración de proteína en el pasto Mombaza, en la asociación Mombaza-Kudzú y el Kudzú, a la edad de rebrote de 42 días, en tres fechas de cosecha.

Fechas de Muestreo	Mombaza (g kg ⁻¹ MS)	Asociación Mombaza-Kudzú (g kg ⁻¹ MS)	Kudzú (g kg ⁻¹ MS)
19 de diciembre 2019	80.40 b	121.06 b	152.4 a
10 de mayo 2020	96.73 a	142.73 a	144.9 b
21 de julio 2020	71.23 c	79.53 c	141.4 b
<i>Media</i>	<i>82.78</i>	<i>114.44</i>	<i>146.26</i>

Promedios con letra diferente dentro de una columna son diferentes a P ≤ 0.05.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Entre fechas de cosecha, las variaciones en concentración de proteína fueron diferentes entre la pradera en monocultivo y la pradera asociada. Ambas praderas registraron las mayores concentraciones en la época seca (10-mayo-20), y las menores en la época de lluvias (21-jul-20). En la pradera en monocultivo se registraron valores promedio de 16.33 y 25.5 g kg⁻¹MS más de proteína en la época seca que en las épocas de nortes y lluvias, respectivamente. La disminución de proteína en los dos tipos de pradera en el período lluvioso del año, posiblemente se debió a su importante crecimiento de la planta inducido por las mayores precipitaciones, lo que ocasionó una dilución de la concentración de proteína con el crecimiento de la acumulación de biomasa de la pradera. El fenómeno de dilución de la proteína ha sido explicado en pastos tropicales por Juárez *et al.* (2011), y consiste en la disminución de la concentración de proteína por unidad de materia seca acumulada en la planta durante su crecimiento.

CONCLUSIONES

La asociación Mombaza-Kudzú registró mayor estabilidad del rendimiento de materia seca durante el período experimental, al registrar menor declinación en su RMS en la época seca del año con respecto a la pradera formada solo por Mombaza. La concentración de proteína de la asociación con respecto a la concentración registrada en la pradera del pasto Mombaza en monocultivo, estuvo relacionada con la concentración de proteína registrada en la leguminosa durante el período de estudio que en ambos casos fue mayor.

LITERATURA CITADA:

- Castillo, G.E., Rascón, C.R., García, G.D., Rodríguez, J.J., Jaramillo, R.J., Aluja, A.S. and Mannelje L. 2014. Comportamiento ingestivo de vacas en una asociación grama nativa/*Arachis pintoi* en el trópico húmedo veracruzano. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 5(4): 487-504.
- Domínguez, P.F.D., Bolaños, A.E.D., Lagunes, E.L.C., Salgado, G.S., Ramos, J.J. y Guerrero, R.J.D. 2017. Rendimiento de materia seca y concentración de fósforo de una asociación *Brachiaria humidicola*-*Stylosanthes guianensis*. *Rev. Mex. de Cienc. Agric.* 8(8): 1705-1717.
- García, F.L., Bolaños, A.E.D., Ramos, J.J., Osorio, A.M. y Lagunes, E.L.C. 2015. Rendimiento y valor nutritivo de leguminosas forrajeras en dos épocas del año y cuatro edades de rebrote. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 6(4): 453-468.
- Jones, R.J. and Hu, F.D. 2006. Diet selection of steers grazing *Stylosanthes hamata* cv. Verano-grass pastures in north Queensland and its potential influence on botanical composition. *Tropical Grasslands*. 40: 65-69.
- Juárez, H.J., Bolaños, A.E.D., Vargas, L.M., Medina, S., y Martínez, H.P.A. 2011. Curvas de la dilución de la proteína en genotipos del pasto *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 45: 321-331
- Lüscher, A., Mueller-Harver, I., Soussana, J.F., Rees, R.M., and Peyraud, J.L. 2014. Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review. *Grass and Forage Science*. 69: 206-228
- Olivera, Y., Machado, R., Ramirez, J.F., and Castañeda, L. 2012. Evaluación del establecimiento de una colección de accesiones de *Brachiaria brizantha* asociadas con *Stylosanthes guianensis* CIAT-184. *Pastos y Forrajes*. 35: 153-164.
- Pardo, A.N., Bolaños, A.E.D., Lagunes, E.L.C., Enriquez, Q.J.F., y Fragoso, I.A. 2020. Efecto de una asociación pasto-leguminosa en el rendimiento de materia seca y concentración de proteína de la pradera fertilizada con fósforo. *Agroproductividad* 13(7): 53-60.
- Prieto, I., Violle, C., Barre, P., Durand, J.L., Ghesquiere, M., and Litrico., I. 2015. Complementary effects of species and genetic diversity on productivity and stability of sown grasslands. *Nature Plants*. 10: 1038.
- SAS, Institute. 2010. User's Guide: Statistics, version 9.3. SAS Inst. Inc. Cary, N. C. USA
- Sleugh, B., Moore, K. J., George, R., and Brummer, E. C. 2000. Binary legume-grass mixture improve forage yield, quality and seasonal distribution. *Agron. J.* 92(1):24-29.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL**
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

- Sprent, J.I., Ardley, J., James E.K. 2017. Biogeography of nodulated legumes and their nitrogen-fixing symbionts. *New Phytologist*, 215: 40-56.
- Tilman, D., Reich, P.B., and Knops, J.M.H. 2006. Biodiversity and ecosystem stability in a decade-long grassland experiment. *Nature*. 441(7093):629-632.
- Toledo, J.M., and Schultze-Kraft., R. 1982. Metodología para evaluación agronómica de pastos tropicales. Toledo J.M. (ed.). Manual para la evaluación agronómica. Cali (Colombia). CIAT. 91-110.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

Manejo y Conservacion de los Recursos Naturales



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**MODELOS DE VOLUMEN TOTAL ÁRBOL PARA LAS PRINCIPALES ESPECIES DE CONÍFERAS
EN PUEBLA, MÉXICO**

TOTAL TREE VOLUME MODELS FOR THE MAIN CONIFER SPECIES IN PUEBLA, MEXICO

1*Tamarit Urias JC, 2Monárrez González JC, 3García Cuevas X y 4Hernández Ramos A

¹Centro de Investigación Regional Golfo Centro (CIRGOC) del INIFAP. Carretera Federal México-Puebla km 56.5, CP 74100. Tlahuapan, Puebla, México.

²Centro de Investigación Regional Norte Centro (CIRNOC) del INIFAP. Carretera Durango-Mezquital km 4.5, CP 34170, Durango, Durango., México.

³Centro de Investigación Regional Sureste (CIRSE) del INIFAP. Carretera Chetumal-Bacalar km 25, CP 77930, Chetumal, Quintana Roo, México.

⁴Centro de Investigación Regional Noreste (CIRNE) del INIFAP. Carretera Saltillo-Zacatecas km 342+119, CP 25315, Hacienda de Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Autor para correspondencia: tamarit.juan@inifap.gob.mx

RESUMEN

En México, la normativa forestal vigente establece que los programas de manejo para aprovechamiento maderable deben indicar el volumen total árbol por taxón, con ello se gestiona la autorización respectiva ante la instancia competente. En este contexto, en Puebla para estimar el volumen referido, aún se utilizan modelos generados en 1978, por lo que a 43 años de distancia es prioritario que se disponga de modelos de volumen actualizados que realicen estimaciones con certidumbre. El objetivo fue ajustar modelos de volumen total árbol con corteza para las principales especies de coníferas que se aprovechan comercialmente en Puebla, México. Se procesaron las variables diámetro normal (D_n , cm), altura total (A_t , m) y volumen total árbol (V_{ta} , m^3) de una muestra de 1,393 árboles de ocho especies del género *Pinus* y *Abies religiosa*, colectada en cuatro unidades de manejo forestal. Cada árbol fue derribado y seccionado desde el tocón hasta la punta, las ramas cuyo diámetro basal fue \geq a 5 cm también se seccionaron. El volumen de estas secciones por árbol se calculó con fórmulas de cuerpos dendrométricos. El volumen de las ramas cuyo diámetro basal fue $<$ a 5 cm, se estimó mediante una relación peso - volumen de árboles muestra por categoría diamétrica. El volumen total árbol se obtuvo con la sumatoria de los volúmenes del fuste y ramas. La información por especie se utilizó para ajustar por regresión el modelo de volumen no lineal tipo Schumacher-Hall y se corrigió la heterocedasticidad. Los modelos obtenidos presentaron calidad de ajuste alta con valores en el R^2_{adj} de 0.96 a 0.99 y sesgos de -0.0016 a 0.0517 m^3 . Estos nuevos modelos son precisos y confiables para realizar inventarios maderables operativos que contribuirán al manejo técnico, conforman herramientas cuantitativas básicas para usarse de manera directa o para generar tablas de volumen clásicas.

Palabras clave: *inventario maderable, normatividad forestal, Pinus sp., Abies religiosa, Schumacher-Hall.*



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

USO DE LOS MODELOS DE DISTRIBUCIÓN EN LA IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS POTENCIALES
PARA REALIZAR ESTUDIOS DENDROCRONOLÓGICOS EN MICHOACÁN, MÉXICO

USE OF DISTRIBUTION MODELS TO IDENTIFY POTENTIAL AREAS FOR
DENDROCHRONOLOGICAL STUDIES IN MICHOACÁN, MEXICO

¹Manzanilla-Quiñones U, ¹Delgado-Valerio P, ¹Pedraza-Santos ME y ¹Molina-Sánchez A

¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez".
Avenida Revolución esquina con Berlín s/n, Colonia Viveros, C.P. 60170 Uruapan, Michoacán,
México.

*Autor para correspondencia: ulisesmanza@gmail.com

RESUMEN.

Actualmente existen muy pocos estudios que involucran el modelamiento espacial previo de las condiciones ambientales donde crecen los árboles en la identificación de sitios potenciales para efectuar estudios dendrocronológicos en México. El objetivo de este estudio fue analizar bases de datos geográficos y variables ambientales con la finalidad de identificar sitios potenciales para efectuar estudios dendrocronológicos en especies de Pináceas del estado de Michoacán de Ocampo, México. A partir de registros descargados de las plataformas GBIF, MEXU, observaciones de campo y variables ambientales, se modeló la distribución potencial de 15 Pináceas de Michoacán. El 75% de los datos se emplearon para entrenar y el 25% para validar los modelos en Maxent. El desempeño de éstos fue evaluado mediante las pruebas de AUC, Roc parcial y Z. La identificación de sitios potenciales se realizó mediante la localización de las áreas predichas por los modelos en los municipios de Michoacán. Los resultados AUC fueron de 0.82 a 0.99 para los datos de entrenamiento y de 0.87 a 0.99 para validación. La prueba de Roc parcial presentó valores de 1.28 a 1.96, mientras que los resultados de Z oscilaron de 32.55 a 4,226.70, lo que indicó que el desempeño estadístico del modelado de distribución potencial dendrocronológica fue excelente ($p < 0.01$). Las superficies con potencial dendrocronológico fueron de 753.97 a 166,689.35 ha. La mayoría de las áreas y especies potenciales se localizaron en Tancítaro, Uruapan y Nuevo Parangaricutiro. Los resultados de este estudio proporcionan datos relevantes sobre sitios y especies de Pináceas, con potencial para la realización de futuras investigaciones dendrocronológicas, además de que estas especies se encuentran distribuidas en una región altamente prioritaria (Meseta Purépecha) para la conservación de la biodiversidad en Michoacán.

Palabras clave: *Análisis espacial, bosques de Pináceas, distribución potencial dendrocronológica, nicho ecológico, variables ambientales*

INTRODUCCIÓN

A través del uso de técnicas dendrocronológicas se han logrado generar cronologías para diversas especies arbóreas de México, principalmente para los géneros *Pinus*, *Pseudotsuga*, *Abies* y *Taxodium* (Villanueva-Díaz *et al.*, 2015; Acosta-Hernández *et al.*, 2017). Las cronologías han sido desarrolladas a partir de la medición de anillos de crecimiento, los cuales contienen datos sobre fluctuaciones del clima, influencia de fenómenos océano-atmosféricos de escala global como el Niño Oscilación del Sur (ENOS), la Oscilación Decadal del Pacífico (ODP) y la Oscilación Multidecadal del Atlántico (OMA) registrados en el crecimiento radial (Villanueva-Díaz *et al.*, 2015; Carlón *et al.*, 2020; Manzanilla-Quiñones *et al.*, 2020), así como registros históricos de sequías y de incendios forestales (Cerano-Paredes *et al.*, 2019; Martínez-Sifuentes *et al.*, 2020a).

La red de investigación dendrocronológica en México ha aumentado significativamente en la última década, siendo las zonas más estudiadas; las regiones norte y centro del país (Villanueva-Díaz *et al.*, 2015; Acosta-Hernández *et al.*, 2017; Carlón *et al.*, 2020). Sin embargo, pese al gran avance del área, la localización de sitios idóneos para realizar estudios dendrocronológicos continúa siendo uno de los



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

principales factores limitantes, en los cuales se suelen descartar hasta 40% de las muestras obtenidas debido a una selección inadecuada de los sitios de muestreo (Cerano-Paredes *et al.*, 2014). Se sabe que la selección de los sitios se basa en la experiencia del investigador y el conocimiento de los dueños de predios forestales, quienes eligen los rodales a muestrear (Carlón *et al.*, 2015); durante la elección no se involucra el conocimiento de un modelamiento espacial de las condiciones ambientales del rodal, lo cual pudiera aminorar el esfuerzo de muestreo y maximizar la utilidad de las muestras colectadas.

En la actualidad, los modelos de nicho ecológico (MNE) se han convertido en uno de los métodos más comunes y eficientes en la delimitación de las áreas de distribución de especies (Soberón y Peterson, 2005; Phillips *et al.*, 2006; Martínez-Méndez *et al.*, 2016). En México los MNE se han utilizado en la delimitación de los nichos ecológicos de los taxa de la familia Pinaceae, el uso de esta herramienta ha permitido identificar los requerimientos ambientales que delimitan la distribución de tales especies (Martínez-Méndez *et al.*, 2016; Manzanilla-Quiñones *et al.*, 2019). Sin embargo, la aplicabilidad de los MNE no se ha limitado exclusivamente a cuestiones biogeográficas y ecológicas (Phillips *et al.*, 2006; Soberón y Peterson, 2006; Martínez-Sifuentes *et al.*, 2020b), sino que su uso ha sido vasto y ha demostrado tener un excelente desempeño en la predicción de enfermedades como el dengue y la malaria (Peterson *et al.*, 2005; Moffett *et al.*, 2007), en cuestiones de manejo forestal y de plagas y enfermedades forestales (Sosa *et al.*, 2018; Manzanilla *et al.*, 2019). Por lo que el uso de técnicas de MNE podría ayudar en la identificación y selección de sitios potenciales para propósitos de muestreo dendrocronológico de una región de interés.

El estado de Michoacán alberga 22 de los 72 taxa de la familia Pinaceae reportados para nuestro país (Madrigal, 1982; Perry, 1991), aunque la mayoría de estas especies se encuentran sin un análisis espacial de las variables ambientales desde una perspectiva dendrocronológica. El único estudio de este tipo fue el realizado por Carlón *et al.* (2015) para *Pinus pseudostrobus* y *Abies religiosa* en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, donde se obtuvieron buenos resultados sobre el potencial dendrocronológico de las muestras analizadas de ambas especies mediante técnicas de análisis espacial. Por lo que el potencial para la realización de estudios dendrocronológicos en sitios y especies de Michoacán es formidable. Motivo por el cual, el presente estudio se encargó de analizar bases de datos geográficas y variables bioclimáticas, topográficas y edáficas con la finalidad de identificar sitios potenciales para efectuar estudios dendrocronológico en especies nativas de la familia Pinaceae del estado de Michoacán de Ocampo, México. Los objetivos específicos fueron 1) Modelar el nicho ecológico con la finalidad de identificar sitios para realizar estudios dendrocronológicos en especies de Pináceas de Michoacán, 2) describir las variables relevantes en la distribución de cada especie e 3) identificar áreas potenciales para realizar estudios dendrocronológicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La zona de estudio corresponde al estado de Michoacán, localizado en las coordenadas geográficas 20° 23' 40" y 17° 54' 54" latitud norte y los 100° 03' 47" y 103° 44' 17" longitud oeste. El Estado colinda al norte con Jalisco y Guanajuato, al noroeste con Querétaro, al este con México y Guerrero, al oeste con el Océano Pacífico y Colima y Jalisco y al sur con Guerrero (Figura 1), abarca una superficie de 58, 836.95 km² (INEGI, 2017).



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

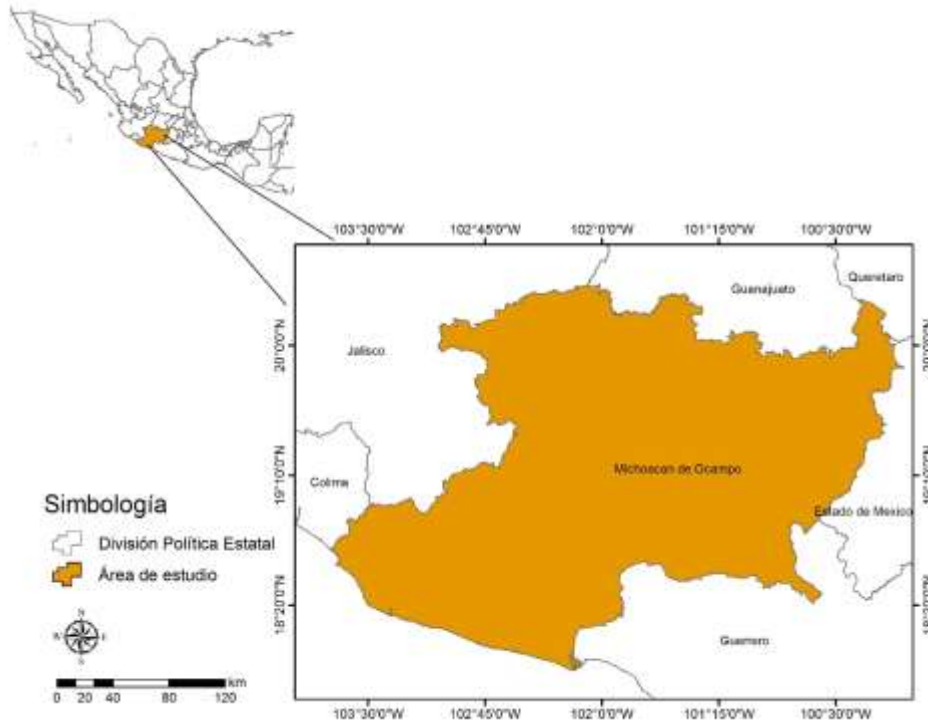


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio

Clima

Los climas reportados en Michoacán corresponden a los tipos A(w) cálido subhúmedo con lluvias en verano, ACm semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano, ACw semicálido subhúmedo con lluvias en verano, C(m) templado húmedo con abundantes lluvias en verano, C(w) templado subhúmedo con lluvias en verano, C(E)(m) semifrío húmedo con lluvias en verano, C(E)(w) semifrío subhúmedo con lluvias en verano, BS1(h') semiseco muy cálido y cálido y BS(h') seco muy cálido y cálido. Siendo ACm (34.08%), C(w) (28.19%) y AC(w) (20.6%) los climas dominantes (INEGI, 2017).

Tipos de suelos

Los suelos corresponden a los tipos Andosol (AN), Arenosol (AR), Calcisol (CL), Cambisol (CM), Durisol (DU), Fluvisol (FL), Histosol (HS), Kastañozem (KS), Leptosol (LP), Luvisol (LV), Phaeozem (PH), Planosol (PL), Regosol (RG), Umbrisol (UM) y Vertisol (VR). Siendo los suelos dominantes LP (19.62%), LV (17.56%) y AN (13.55%) (INEGI, 2017).

Datos de presencia

Se obtuvieron los registros de presencia disponibles de los taxa nativos reportados en el estado de Michoacán (Madrigal, 1982) de las plataformas GBIF (Global Biodiversity Information Facility) y del herbario MEXU del instituto de Biología (IB) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Los registros correspondieron a *Abies religiosa* (H.B.K.) Schl. Et Cham., *Pinus douglasiana* Martínez, *P. hartwegii* Lindl., *P. herrerae* Martínez, *P. lawsonii* Roehl., *P. leiophylla* Schl. et Cham., *P. martinezii* Larsen, *P. maximinoi* Moore, *P. devoniana* Lindl., *P. montezumae* Lamb., *P. oocarpa* Schiede, *P. pringlei* Shaw, *P. pseudostrobus* Lindl., *P. rzedowskii* Madrigal et Caballero y *P. teocote* Schl. et Cham. Asimismo, se obtuvieron registros de expediciones realizadas en campo durante 2012-2020 para *P. martinezii*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus* y *P. rzedowskii* (Delgado et al., 2015; Contreras, 2021)

Limpieza de datos

El proceso de depuración consistió en eliminar los registros de presencia de las especies que se localizaban en áreas fuera de su distribución natural (Perry, 1991), así como aquellos que no contaban



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

con una fuente de validación oficial y los ubicados en zonas con poca pendiente (principio de selección de sitio, Fritts, 1976). Se eliminó la autocorrelación espacial entre registros de las especies en la plataforma Niche Toolbox (Osorio-Olvera *et al.*, 2020) lo que ayudó a prevenir el sobreajuste en los modelos (Peterson y Nakazawa, 2008). Finalmente se obtuvieron 160 registros (*A. religiosa*), 30 (*P. devoniana*), 26 (*P. douglasiana*), 24 (*P. hartwegii*), 14 (*P. herrerae*), 26 (*P. lawsonii*), 176 (*P. leiophylla*), 12 (*P. martinezii*), 13 (*P. maximinoi*), 94 (*P. montezumae*), 49 (*P. oocarpa*), 17 (*P. pringlei*), 175 (*P. pseudostrobus*), 77 (*P. rzedowski*) y 28 (*P. teocote*).

Variables predictoras

Los datos utilizados en la elaboración de los modelos de distribución potencial dendrocronológica fueron de tres tipos; I) bioclimáticas, las cuales representan el comportamiento climático promedio de 1910-2009 en México, a una resolución de 90 m (Cuervo-Robayo *et al.*, 2014); II) topográficas: pendiente (Pen) en porcentaje (%), orientación de laderas (Ori) en grados (°) y elevación en m, generadas a partir de un modelo digital de elevación de 90 m de resolución, y III) edáficas: potencial de hidrógeno (pH) en escala de 1 a 14 y pedregosidad del suelo (Roc) en porcentaje (%) a una escala de 250 m, estas últimas fueron descargadas de la plataforma de INEGI. Debido a la diferencia de escala existente, fue necesario realizar un reajuste de escala mediante una interpolación por distancia inversa ponderada IDW en el programa QGIS versión 3.2.3 (QGIS, 2018) a una resolución de 90 m y en formato ascii.

Selección de variables

La selección de variables empleadas en la modelación se efectuó mediante un análisis del factor de inflación de la varianza (VIF) en el programa R versión 4.0 (R Core Team, 2020), que permitió descartar las variables redundantes (correlación de Pearson de $\geq \pm 0.85$, $p < 0.01$) y evitar que la multicolinealidad sesgue los resultados de los modelos de distribución (Peterson y Nakazawa, 2008). Las variables seleccionadas para cada especie fueron 12 (*P. leiophylla* y *P. pseudostrobus*), 11 (*P. maximinoi* y *P. teocote*), 10 (*A. religiosa*, *P. devoniana*, *P. douglasiana*, *P. lawsonii*, *P. montezumae* y *P. oocarpa*), 9 (*P. pringlei*), 8 (*P. hartwegii* y *P. martinezii*), 6 (*P. rzedowski*) y 5 (*P. herrerae*). El número de variables fue mayor en especies de distribución amplia en Michoacán, mientras que las especies de distribución menor, presentaron menos variables.

Generación de modelos

Los modelos de distribución potencial dendrocronológica se elaboraron en el programa Maxent ver. 3.3.3 (Phillips *et al.*, 2006) esto debido a la disponibilidad de datos, los cuales fueron exclusivamente registros de presencia. Se generaron 10 modelos para cada taxa analizado, empleando el 75% de los registros y el 25 % restante para la validación de los modelos (Phillips *et al.*, 2006) y las variables ambientales en formato ascii. Los criterios de modelación fueron 1,000 iteraciones, un límite de convergencia de 10^{-5} (valor por omisión), un replicado interno por Bootstrap. Se desactivaron las casillas Extrapolate y Do clamping, esto con el fin de evitar extrapolaciones artificiales en los valores extremos de las variables y sobreajustar los modelos (Elith *et al.*, 2011). Se aplicó un umbral mínima de presencia (Pearson *et al.*, 2007). El formato de salida fue acumulativo, el cual proporciona un intervalo de valores de 0 a 100% (Phillips *et al.*, 2006). La contribución de las variables en la generación de los modelos fue determinada mediante la prueba de Jackknife (Phillips *et al.*, 2006).

Calibración de modelos

La calibración de los modelos fue realizada a partir de la delimitación del área accesible M (diagrama de BAM), la cual ha sido definida como el área geográfica y ambiental que posee las condiciones ambientales idóneas para el crecimiento, desarrollo y movilidad de la especie (Soberón y Peterson, 2005). Las áreas M se delimitaron a partir de las subprovincias fisiográficas reportadas en Michoacán (INEGI, 2001) donde se localizan los registros de las especies analizadas (Cuadro 1).



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Cuadro 1. Áreas M empleadas en la calibración de los modelos de distribución de las especies de Pináceas analizadas.

Subprovincia fisiográfica	Especie														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*		*
Mil Cumbres	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*		*
Depresión del Balsas											*	*	*		
Sierras y Bajíos	*	*				*	*		*	*		*	*		*
Michoacanos															
Chapala		*									*		*		
Neovolcánica Tarasca	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*		*
Escarpa Limítrofe del Sur	*	*				*	*		*	*	*	*	*		
Depresión de Tepalcatepec							*				*		*		
Cordillera Costera del Sur			*		*		*				*		*	*	

Especie: 1. *A. religiosa*, 2. *P. devoniana*, 3. *P. douglasiana*, 4. *P. hartwegii*, 5. *P. herrerae*, 6. *P. lawsonii*, 7. *P. leiophylla*, 8. *P. martinezii*, 9. *P. maximinoi*, 10. *P. montezumae*, 11. *P. oocarpa*, 12. *P. pringlei*, 13. *P. pseudostrobus*, 14. *P. rzedowski* y 15. *P. teocote*.

*registros de presencia

Evaluación de los modelos

El desempeño de los modelos fue evaluado mediante los valores del área bajo la curva AUC de ROC estándar. No obstante, este tipo de validación ha sido fuertemente cuestionado por no utilizar datos de ausencias verdaderas y por ponderar de igual manera los errores de omisión y comisión (Lobo *et al.*, 2007). Por lo tanto, se realizó un análisis de Roc parcial en la plataforma Niche Toolbox (Osorio-Olvera *et al.*, 2020) con la finalidad de subsanar las deficiencias del AUC (Peterson *et al.*, 2008). Con base en las recomendaciones de Peterson *et al.* (2008) se utilizó el 50% de la muestra para la evaluación independiente, con 1000 réplicas de remuestreo por Bootstrap y fijando un umbral de omisión máximo de 5%. Además, se efectuó una prueba de Z entre las proporciones AUC de Roc parcial el programa R versión 4.0 (Core Team, 2020) para determinar que las medias de las proporciones de AUC fueran independientes ($p < 0.01$).

Áreas potenciales

La estimación de las áreas potenciales dendrocronológicas se determinaron mediante la reclasificación de los valores continuos de la salida acumulativa de Maxent en tres categorías con intervalos iguales; baja, moderada y alta. Posteriormente, se utilizó el valor de la categoría alta como umbral para transformar los modelos continuos a binarios (condiciones idóneas y no idóneas). Mientras que la identificación de los sitios potenciales dendrocronológicos se efectuó al localizar las áreas predichas por los modelos en los municipios de Michoacán.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desempeño de los modelos

Los resultados de los modelos de distribución potencial dendrocronológica presentaron valores en el área bajo la curva (AUC) de 0.82 a 0.99 para los datos de entrenamiento y de 0.87 a 0.99 para los datos de validación. Por otra parte, los resultados de las pruebas de Roc parcial oscilaron de 1.28 a 1.96, mientras que los valores del estadístico Z fueron de 32.55 a 4,226.70 ($p < 0.01$).

En el Cuadro 2 se muestran los resultados de las pruebas de AUC, Roc parcial y Z, así como el número de réplica que mejor desempeño estadístico presentó para cada especie analizada.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

Cuadro 2. Resultados de las pruebas de AUC, Roc parcial y Z de los modelos de distribución potencial dendrocronológica de Pináceas de Michoacán.

Especie	Réplica	AUC		Valor Roc parcial	Valor Z
		Entrenamiento	Validación		
A. religiosa	5	0.97	0.97	1.92	1,695.20*
P. devoniana	7	0.93	0.92	1.73	304.63*
P. douglasiana	2	0.97	0.96	1.82	381.12*
P. hartwegii	8	0.99	0.99	1.91	333.80*
P. herrerae	10	0.95	0.97	1.67	111.05*
P. lawsonii	8	0.94	0.97	1.81	398.40*
P. leiophylla	10	0.95	0.94	1.87	2,076.50*
P. martinezii	10	0.82	0.98	1.40	51.96*
P. maximinoi	10	0.93	0.90	1.28	32.55*
P. montezumae	10	0.94	0.94	1.84	885.93*
P. oocarpa	4	0.95	0.92	1.73	307.90*
P. pringlei	8	0.94	0.87	1.74	241.64*
P. pseudostrobus	7	0.96	0.96	1.91	1,858.80*
P. rzedowskii	7	0.99	0.98	1.97	4,226.70*
P. teocote	3	0.95	0.90	1.71	303.26*

*significativo; $p < 0.01$

Variables relevantes

Las variables determinantes en la generación de los modelos fueron del tipo bioclimáticas, las cuales presentaron un alto porcentaje de influencia en 13 de las 15 especies analizadas. Las más relevantes fueron la precipitación del trimestre más lluvioso (Bio16), precipitación del trimestre más seco (Bio17), precipitación del trimestre más frío (Bio19), oscilación de la temperatura anual (Bio7) y temperatura promedio del trimestre más lluvioso (Bio8). Resultados similares han sido reportados por Martínez-Méndez *et al.* (2016) quienes hallaron Bio19, Bio17, Bio16 y Bio7 como las variables de mayor influencia en las áreas de distribución de especies de oyamel de México. Martínez-Sifuentes *et al.* (2020b) reportaron Bio19 y Bio7 como las variables que más influyeron en la construcción de modelos de *P. greggii* en México. Mientras que Cruz-Cárdenas *et al.* (2016) reportaron Bio5, Bio6, Bio7 y Bio17 como las variables que mayor ponderación presentaron en la elaboración de los modelos de distribución potencial de 12 especies de Pináceas de Michoacán. Acorde con estos resultados reportados, la combinación de las variables bioclimáticas estarían indicando una preferencia de estas especies de Pináceas mexicanas a climas templados y húmedos; la precipitación y la temperatura registrada durante primavera-verano fueron las más relevantes en el crecimiento radial de dichas especies.

Por otra parte, los estudios dendrocronológicos realizados en México coinciden en que la variabilidad de la precipitación y la temperatura durante la primavera-verano influyen en la etapa de reactivación celular del crecimiento radial, por lo que este crecimiento estaría en función de las fluctuaciones climáticas anuales (Cerano-Paredes *et al.*, 2014; Villanueva-Díaz *et al.*, 2015; Carlón *et al.*, 2020; Manzanilla-Quñones *et al.*, 2020). Esta variabilidad climática es similar con lo obtenido por los modelos para Bio16, Bio17, Bio19 y Bio8 de 13 de 15 especies analizadas en este estudio. Por lo que las áreas predichas por los modelos presentarían un buen potencial para la realización de estudios dendrocronológicos en Michoacán. Sin embargo, esto último necesitaría ser corroborado mediante la toma y el análisis de muestras en campo de los sitios y especies a evaluar.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

A su vez, los resultados de las variables preponderantes de las especies *P. herrerae* y *P. teocote* mostraron preferencia a sitios rocosos (Roc) y en pendientes (Pen) de hasta 10%, localizados en laderas. Lo cual indicaría que el potencial de esas especies estaría enfocado hacia la generación de estudios de tipo dendrogeomorfológico, los cuales son relativamente recientes en México (Franco-Ramos *et al.*, 2018; Sánchez-Asunción *et al.*, 2020).

Áreas potenciales

Las superficies potenciales dendrocronológicas oscilaron de 753.97 ha (*P. hartwegii*) a 166,689.35 ha (*P. lawsonii*) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Superficies potenciales para efectuar estudios dendrocronológicos en Pináceas de Michoacán.

Especie	Superficie (ha)
<i>A. religiosa</i>	6,591.92
<i>P. douglasiana</i>	75,600.75
<i>P. devoniana</i>	18,672.65
<i>P. hartwegii</i>	753.97
<i>P. herrerae</i>	8,874.07
<i>P. lawsonii</i>	71,687.87
<i>P. leiophylla</i>	75,954.59
<i>P. martinezii</i>	99,723.64
<i>P. maximinoi</i>	84,337.52
<i>P. montezumae</i>	21,639.73
<i>P. oocarpa</i>	48,317.33
<i>P. pringlei</i>	166,689.35
<i>P. pseudostrobus</i>	51,868.08
<i>P. rzedowskii</i>	3,003.36
<i>P. teocote</i>	37,003.06

La mayoría de estas áreas se localizaron en Tancítaro (3,916.77 ha), Angangueo (737.26 ha) y Senguio (583.10 ha) para *A. religiosa*. Uruapan (25,694.74 ha), Tancítaro (18,521.42 ha) y Nuevo Parangaricutiro (12,199 ha) para *P. devoniana*. Uruapan (5,057.26 ha), Nuevo Parangaricutiro (3,644.85 ha) y Tancítaro (2,429.80 ha) para *P. douglasiana*. Tancítaro (624.84 ha) para *P. hartwegii*. Coalcomán (4,064.44 ha), Arteaga (2,624.09 ha) y Tumbiscatío (372.79 ha) para *P. herrerae*. Zinapécuaro (10,896.33 ha), Uruapan (10,343.01 ha) y Charo (7,428.46 ha) para *P. lawsonii*. Tancítaro (12,335.42 ha), Nuevo Parangaricutiro (8,090.88 ha) y Pátzcuaro (5,940.82 ha) para *P. leiophylla*. Zinapécuaro (33,441.78 ha), Ciudad Hidalgo (29,494.91 ha) y Queréndaro (14,283.37 ha) para *P. martinezii*. Uruapan (28,972.17 ha), Tancítaro (15,777.08 ha) y Nuevo Parangaricutiro (7,700.31 ha) para *P. maximinoi*. Tancítaro (9,061.95 ha), Uruapan (4,392.34 ha) y Nuevo Parangaricutiro (3,590.38 ha) para *P. montezumae*. Uruapan (22,231.91 ha), Ario de Rosales (6,268.71 ha) y Tancítaro (3,069.06 ha) para *P. oocarpa*. Salvador Escalante (31,634.55 ha), Pátzcuaro (16,614.15 ha) y Acuitzio (11,195.98 ha) para *P. pringlei*. Tancítaro (9,864.91 ha), Uruapan (7,954.69 ha) y Nuevo Parangaricutiro (3,935.59 ha) para *P. pseudostrobus*. Coalcomán (2,056.26 ha) y Aguililla (845.57 ha) para *P. rzedowskii*, y Morelia (5,975.23 ha), Uruapan (3,733.25 ha) y Nuevo Parangaricutiro (1,172.59 ha) para *P. teocote*. Siendo los municipios de Tancítaro, Uruapan y Nuevo Parangaricutiro los que mayor potencial dendrocronológico de especies presentaron (Cuadro 4, Figura 2).

**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Cuadro 4. Municipios con mayor cantidad de especies potenciales para efectuar estudios dendrocronológicos en Michoacán.

Municipio	Especies
Tancítaro	<i>A. religiosa</i> , <i>P. devoniana</i> , <i>P. douglasiana</i> , <i>P. hartwegii</i> , <i>P. leiophylla</i> , <i>P. maximinoi</i> , <i>P. montezumae</i> , <i>P. oocarpa</i> y <i>P. pseudostrobus</i>
Uruapan	<i>P. devoniana</i> , <i>P. douglasiana</i> , <i>P. lawsonii</i> , <i>P. maximinoi</i> , <i>P. montezumae</i> , <i>P. oocarpa</i> , <i>P. pseudostrobus</i> y <i>P. teocote</i>
Nuevo Parangaricutiro	<i>P. devoniana</i> , <i>P. douglasiana</i> , <i>P. leiophylla</i> , <i>P. maximinoi</i> , <i>P. montezumae</i> , <i>P. pseudostrobus</i> y <i>P. teocote</i>

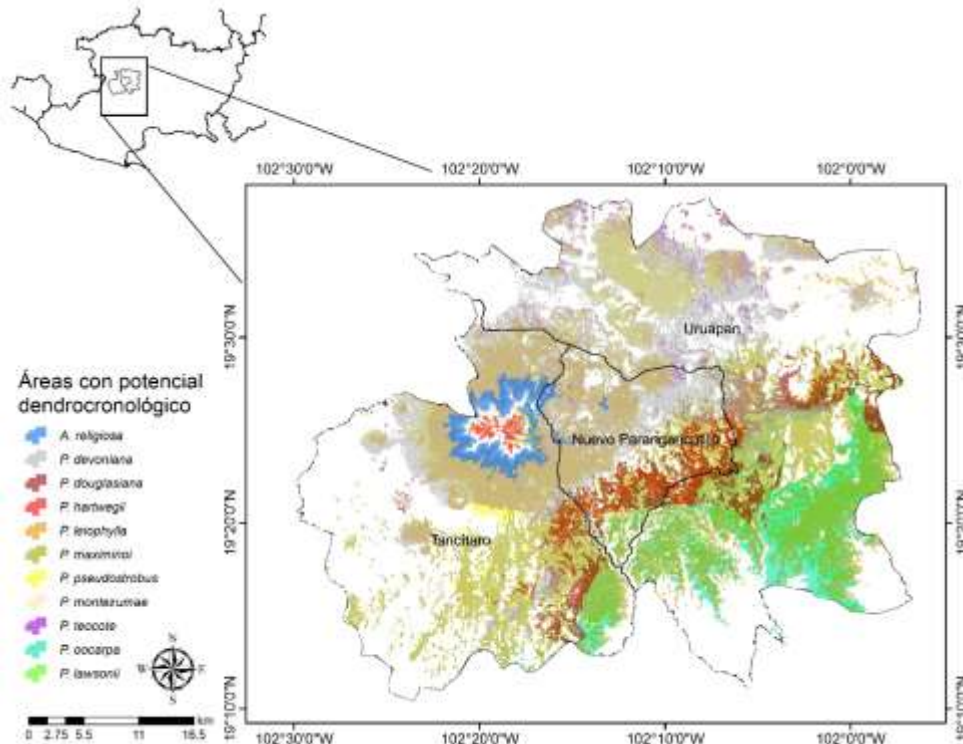


Figura 2. Municipios con alto potencial para fines dendrocronológicos en especies de Pináceas de Michoacán

En México, el único estudio que incorporó el análisis espacial de las características biofísicas y topográficas del sitio a muestrear fue el realizado por Carlón *et al.* (2015) en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca para *A. religiosa* y *P. pseudostrobus*, en el cual se identificaron árboles con buena señal climática (variabilidad interanual en el grosor de los anillos de crecimiento) idóneos para efectuar estudios de tipo dendroclimático.

En el presente estudio, los resultados de los modelos identificaron a los municipios de Tancítaro, Uruapan y Nuevo Parangaricutiro como los sitios que presentaron el mayor número de especies y áreas potencialmente idóneas para efectuar estudios dendrocronológicos. Además, la zona es considerada como un área prioritaria para la conservación y conectividad del paisaje ecológico de *P. pseudostrobus* y *P. montezumae* (Molina *et al.*, 2019), así como para especies de bosque mesófilo de montaña como *A. religiosa* y *P. hartwegii* (Correa *et al.*, 2017), por lo que la realización de estudios dendrocronológicos ayudaría en el análisis histórico de la variabilidad climática y en la identificación de eventos ambientales (sequías, incendios forestales, etc.) ocurridos en la región de la Meseta Purépecha de Michoacán.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021

Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL

25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

CONCLUSIONES

La identificación de sitios mediante la modelación espacial de la distribución potencial de especies ayudaría en la selección de sitios y especies potenciales para fines dendrocronológicos, los cuales permitirían conocer los cambios ambientales y ecológicos ocurridos en una región.

Los municipios de Tancítaro, Uruapan y Nuevo Parangaricutiro fueron los que presentaron la mayor cantidad de especies potenciales para la ejecución de estudios dendrocronológicos en Michoacán.

La aplicabilidad del presente método puede extrapolarse hacia otras especies arbóreas y regiones geográficas de México.

LITERATURA CITADA

- Acosta-Hernández, A. C., Pompa-García, M., & Camarero, J. J. (2017). An Update Review of Dendrochronological Investigations in Mexico, a Megadiverse Country with a High Potential for Tree-Ring Sciences. *Forests*, 8(5): 160.
- Carlón, A. T., Mendoza, M. E., Villanueva, D. J., y Pérez, S. D. R. 2015. Análisis espacial del paisaje como base para muestreos dendrocronológicos: El caso de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, México. *Madera y Bosques*, 21(2):11-22.
- Carlón, A. T., Villanueva, D. J., Soto, C. G., Mendoza, M. E., & Macías, J. L. (2020). Tree rings as indicators of climatic variation in the Trans-Mexican Volcanic Belt, central Mexico. *Ecological Indicators*, 120: 1-12.
- Cerano-Paredes, J., Villanueva-Díaz, J., Cervantes-Martínez, R., Vázquez-Selem, L., Trucios-Caciano, R. y Guerra-de la Cruz, V. 2014. Reconstrucción de precipitación invierno-primavera para el Parque Nacional Pico de Tancítaro, Michoacán. *Investigaciones Geográficas*, 83: 41-54
- Cerano-Paredes, J., Villanueva-Díaz, J., Vázquez-Selem, L., Cervantes-Martínez, R., Magaña-Rueda, V. O., Constante-García, V., Esquivel-Arriaga, G., & Valdez-Cepeda, D. 2019. Climatic influence on fire regime (1700 to 2008) in the Nazas watershed, Durango, Mexico. *Fire ecology*, 15(9): 1-14.
- Contreras, B. R. 2021. *Variación genética y estructura filogeográfica de Pinus martinezii E. Larsen y Pinus durangensis Martínez., endémicas de México: dos linajes con historias evolutivas contrastantes*. [Tesis de Maestría]. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Uruapan, Michoacán, México. 54 p.
- Correa, A. C. A., Mendoza, M. E., Etter, A., & Salicrup, D. R. P. 2017. Potential distribution of Mountain cloud forest in Michoacán, México: prioritization for conservation in the context of landscape connectivity. *Environmental Management*, 60: 86-103.
- Cruz-Cárdenas, G., López-Mata, L., Silva, J. T., Bernal-Santana, N., Estrada-Godoy, F., y López-Sandoval, J. A. 2016. Potential distribution model of Pinaceae species under climate change scenarios in Michoacán. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 22(2): 135-148.
- Cuervo-Robayo, A. P., Téllez-Valdés, O., Gómez-Albores, M. A., Venegas-Barrera, C. S., Manjarrez, J., Martínez-Meyer, E. 2014. An update of high-resolution monthly climate surfaces for Mexico. *International Journal of Climatology*, 34(7): 2427-2437.
- Delgado, V. P., Rebolledo-Camacho, V., Flores-López, C., García-Magaña, J. J., González, A., Piñero, D., y Vázquez-Lobo, A. Y. 2015. Aproximación molecular para la evaluación genética de áreas productoras de semillas y de conservación en especies del género *Pinus*. Proyecto CONAFOR-2012-C01-176167. México, D.F., México. 52 pp.
- Elith, J., Phillips, S. J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y. E., & Yates, C. J. 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologist. *Diversity and Distributions*, 17(1): 43-57.
- Environmental Systems Research Institute ESRI. 2014. ArcGIS Desktop: 10.3. Software diseñado para análisis espacial y Sistemas de Información Geográfica. Redlands, California, U.S.A.
- Franco-Ramos, O., Vázquez-Selem, L., Stoffel, M., y Villanueva-Díaz, J. 2018. Potencial dendrogeomorfológico de coníferas en volcanes del centro de México. *Bosque*, 39(2): 191-204
- Fritts, H. C. 1976. *Tree rings and climate*. Academic Press, London, England. 567 p.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI. 2001. Subprovincias fisiográficas. Conjunto de datos vectoriales fisiográficos. Escala 1:1, 000,000. Serie I. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Aguascalientes, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI. 2017. Anuario estadístico y geográfico de Michoacán de Ocampo. Gobierno del estado de Michoacán de Ocampo. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México. 723 p.
- Lobo, J., M., Jiménez-Valverde, A., & Real, R. 2007. AUC: a misleading measure of the performance of predictive distribution models. *Global Ecology and Biogeography*, 17(2), 145-151.
- Madrigal, S. X. 1982. Claves para la Identificación de las Coníferas Silvestres del Estado de Michoacán. Boletín Divulgativo No. 58. México, D.F.
- Manzanilla, Q. U., Delgado, V. P., Hernández, R. J., Molina, S. A., García, M. J. J., y Rocha, G. M. del C. 2019. Similaridad del nicho ecológico de *Pinus montezumae* y *P. pseudostrobus* (Pinaceae) en México: implicaciones para la selección de áreas productoras de semillas y de conservación. *Acta Botánica Mexicana*, 126: e1398.
- Manzanilla-Quiñones, U., Aguirre-Calderón, O.A., Jiménez-Pérez, J., Treviño-Garza, E.J., Yerena-Yamallel, J.I. 2019. Distribución actual y futura del bosque subalpino de *Pinus hartwegii* Lindl. en el Eje Neovolcánico Transversal. *Madera y Bosques*, 25: e2521804.
- Manzanilla-Quiñones, U., Aguirre-Calderón, O. A., Jiménez-Pérez, J., Villanueva-Díaz, J. 2020. Sensibilidad climática en anchuras de anillos de crecimiento de *Pinus hartwegii*: Una especie alpina mexicana con potencial dendroclimático. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 91(2020): e913117.
- Martínez-Méndez, N., Aguirre-Planter, E., Eguiarte, E. L., Jaramillo-Correa, J. P. 2016. Modelado de nicho ecológico de las especies del género *Abies* (Pinaceae) en México: algunas implicaciones taxonómicas y para la conservación. *Botanical Sciences*, 94(1): 5-24.
- Martínez-Sifuentes, A. R., Villanueva-Díaz, J., & Estrada-Ávalos, J. 2020a. Runoff reconstruction and Climatic influence with tree rings, in the Mayo river basin, Sonora, Mexico. *Iforest*, 13: 98-106.
- Martínez-Sifuentes, A. R., Villanueva-Díaz, J., Manzanilla-Quiñones, U., Becerra-López, J. L., Hernández-Herrera, J. A., Estrada-Ávalos, J., & Velázquez-Pérez, A. H. 2020b. Spatial Modeling of the ecological niche of *Pinus greggii* Engelm. (Pinaceae): a species conservation proposal in Mexico under climatic change scenarios. *Iforest*, 13: 426-434.
- Moffett, A., Shackelford, N., & Sarkar, S. 2007. Malaria in Africa: Vector Species Niche Models and Relative Risk Maps. *PLOS ONE*, 2(9): e824.
- Molina, S. A., Delgado, V. P., González-Rodríguez, A, González, C., Gómez-Tagle, R. A. F., López-Toledo, L. 2019. Spatio-temporal approach for identification of critical conservation areas: a case study with two pine species from a threatened temperature forest in Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 28: 1863-1883.
- Osorio-Olvera L., Lira-Noriega A., Soberón J., Peterson A. T., Falconi M., Contreras-Díaz R. G., Barve V., Barve N. 2020. ntbox: an R package with graphical user interface for modeling and evaluating multidimensional ecological niches. *Methods in Ecology and Evolution*, 11(10): 1199-1206.
- Pearson, R., Raxworthy, C., Nakamura, M., Peterson, A. T. 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of biogeography*, 34: 102-117.
- Perry, J. (1991). *The pines of Mexico and Central America*. Oregon Timber Press. Portland, USA. 231 p.
- Peterson, A. T., Martínez-Campos, C., Nakazawa, Y., & Martínez-Meyer, E. 2005. Time-specific ecological niche modelling predicts spatial dynamics of vector insects and human dengue cases. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 99(9): 647-655.
- Peterson, A. T., Nakazawa, Y. 2008. Environmental data sets matter in ecological niche modelling: an example with *Solenopsis invicta* and *Solenopsis richteri*. *Global Ecology and Biogeography*, 17: 135-144.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

- Peterson, A. T., Papes, M., & Soberón, J. 2008. Rethinking receiver operating characteristic analysis applications in ecological niche modeling. *Ecological Modelling*, 213(1): 63-72.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., Schaphire, R. E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190: 231-259.
- QGIS. Un Sistema de Información Geográfica libre y de código abierto. 2018. Versión 3.2.3. En <https://qgis.org/es/site/>.
- R Core Team. 2020. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Viena, Austria. Versión 4.0. <http://www.r-project.org>. Fecha de consulta: 20 de enero de 2021.
- Sánchez-Asunción, W., Cerano-Paredes, J., Franco-Ramos, O., Cornejo-Oviedo, E., Villanueva-Díaz, J., Flores-López, C., y Garza-Martínez, M. 2020. Dendrogeomorphological potential of *Pinus ponderosa* Douglas ex C. Lawson for the reconstruction of flash floods in Los Picos de Davis, Coahuila. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 26(3): 451-467.
- Soberón, J. & Peterson, A. T. 2005. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species distributions areas. *Biodiversity Information*, 2: 1-10.
- Sosa, D. L., Méndez, G. J., García, A. M. A., Cambrón, S. V. H., Quintanilla, V. J. A., Ruíz, G. C. G., y Montoya, J. J. C. 2018. Distribución potencial de barrenadores, defoliadores, descortezadores y muérdagos en bosques de coníferas de México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(47): 187-208
- Villanueva-Díaz, J., Cerano-Paredes, J., Vázquez-Selem, L., Stahle, D. W., Fulé, P. Z., Yocom, L. L., Franco-Ramos, O., y Ruiz-Corral, J. A. 2015. Red dendrocronológica del pino de altura (*Pinus hartwegii* Lindl.) para estudios dendroclimáticos en el noreste y centro de México. *Investigaciones Geográficas*, 86: 5-14.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

ESTUDIO MICROBIOLÓGICO EN AGUAS RESIDUALES URBANAS EN CÁRDENAS, TABASCO

**MICROBIOLOGICAL STUDY IN URBAN WASTEWATER IN
CÁRDENAS, TABASCO**

¹Solís-Rodríguez DL, ²Rivera-Cruz MC, ³Trujillo-Narcía A, ¹Ramírez-May AG

¹Programa Educativo Químico Farmacéutico Biología. Universidad Popular de la Chontalpa. Carretera Cárdenas-Huimanguillo km 2, Ranchería Paso y Playa, Cárdenas, Tabasco. CP86500

²Colegio de Postgraduados *Campus* Tabasco. Periférico Carlos A. Molina s/n, km 2.5, H. Cárdenas, Tabasco. CP 86500 ³Programa Educativo de QFB. Cuerpo Académico Energía y Medio Ambiente. Universidad Popular de la Chontalpa. Carretera Cárdenas-Huimanguillo km 2, Ranchería Paso y Playa. Cárdenas, Tabasco. CP 86500

Autor para correspondencia: labjuareztabasco@gmail.com

RESUMEN

Se realizó colecta de muestras de agua residual de un dren receptor de agua derivada de restaurantes, sanitarios y de laboratorios dentro de la Universidad Popular de la Chontalpa, igualmente se colectaron mediante gravedad bacterias y hongos heterótrofos del aire atmosférico aledaño al agua residual. Estos microorganismos se cultivaron en medios de cultivos específicos. Los resultados evidencian diferencias estadísticas significativas de las densidades poblacionales de los microorganismos estudiados tanto en el agua como en el aire. La mayor densidad poblacional fúngica y bacteriana se encontró a 30 y 60 metros de distancia de la fuente emisora. Se concluye que existen altas densidades de coliformes totales, coliformes fecales, bacterias heterótrofas, hongos heterótrofos y *Escherichia coli*. Todos estos grupos de microorganismos rebasan los límites máximos permisibles indicados en las normas mexicanas NOM-003-SEMARNAT-1997 y NMX-AA-042-SCFI-2015.

Palabras clave: bacterias, coliformes, *Escherichia coli*, hongos heterótrofos.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

ECUACIONES LOCALES DE ALTURA-DIÁMETRO PARA *Cedrela odorata* L. EN BOSQUE
NATURAL DE QUINTANA ROO, MÉXICO

LOCAL HEIGHT-DIAMETER EQUATIONS FOR *Cedrela odorata* L. IN NATURAL FOREST OF
QUINTANA ROO, MEXICO

¹García C., X.; ¹Hernández-R., J.; ²Hernández R., A.; ³Reynoso S., R; ²Cano P., A. y Hernández-Martínez A.J⁴

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Campo Experimental Chetumal, Km. 25 Carretera Chetumal-Bacalar, Xul-Ha, Quintana Roo, 77000, México.

²INIFAP-Campo Experimental Saltillo. Km 342+119 Carretera Saltillo-Zacatecas No. 9515 Hacienda de Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

³INIFAP-Campo Experimental Centro de Chiapas. Km 3. Carretera Ocozocoautla-Cintalapa, A.P. No. 1, C. P. 29140. Ocozocoautla, Chiapas.

⁴Prestador Independiente de Servicios Profesionales Forestales. Ocampo, Michoacán, México.
Autor de correspondencia: xavier_garciacuevas@yahoo.com.mx

RESUMEN

El diámetro normal (d) y la altura total (h) son las variables más importantes para estimar el volumen maderable en los bosques. El objetivo fue ajustar ecuaciones locales para la relación $h-d$ de árboles de *Cedrela odorata* L. en bosques naturales de Quintana Roo, México. El estudio se realizó en Quintana Roo, en un clima cálido sub-húmedo en selvas medianas subperennifolias. Se colectaron 357 pares de datos $h-d$ en árboles de 5 a 32 m de h , y 5 cm a 160 cm de d . Se ajustaron los modelos de Schumacher, Chapman-Richards y Weibull en SAS con Proc Model por máxima verosimilitud. La selección del modelo se basó en la raíz del cuadrado medio del error, coeficiente de determinación ajustado y significancia de los estimadores, así como las pruebas de normalidad y heterocedasticidad. La dispersión de los datos $h-d$ mostró una adecuada distribución, donde se observa una forma cóncava con inflexión aparente. El análisis de varianza confirmó que la ecuación Weibull describe la h en función del d , tiene el menor valor de la $RCME$, alto valor del R^2_{adj} y sus parámetros significativos. La ecuación obtenida es: $h = 1.3 + 46.83691(1 - e^{-0.045441d^{0.585965}})$. Los datos tienen distribución normal de acuerdo a la prueba de Shapiro Wilk ($\alpha = 0.0142$) y homocedástica con base en la prueba de White. El sesgo subestima en -0.34 m a nivel de árbol individual. La ecuación seleccionada permitirá completar las bases de datos de los inventarios forestales y es recomendable su uso para modelar con precisión para dimensiones de 5 a 120 cm de diámetro y 30 m de altura.

Palabras clave: Modelos locales, cedro rojo, inventarios forestales, bosque tropical, manejo forestal.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

**NICHOS ECOLÓGICOS Y ÁREAS IDÓNEAS DE TRES ESPECIES DE PINO HOSPEDERAS DE
DESCORTEZADOR *Dendroctonus mexicanus* HOPKINS**

**ECOLOGICAL NICHES AND SUITABILITY AREAS OF THREE HOST PINE SPECIES OF BARK
BEETLE *Dendroctonus mexicanus* HOPKINS**

¹Méndez Encina FM, ²Méndez González J, ¹Mendieta Oviedo R y ¹López Díaz JOM

¹Estudiante de posgrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, C.P. 25315. Saltillo Coahuila, México.

²Departamento Forestal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, C.P. 25315. Saltillo Coahuila, México.

Autor de correspondencia: fatyencina12@gmail.com

RESUMEN

Los cambios de climas influyen significativamente en la distribución de las especies. *Dendroctonus mexicanus* Hopkins es la especie de descortezador de mayor distribución e importancia en México colonizando más de 21 especies de pino. Los objetivos de este estudio fueron generar modelos de nicho ecológico para *D. mexicanus* y tres de sus especies hospederas más importantes, evaluar el traslape de la idoneidad climática de la asociación *Dendroctonus–Pinus*, comparar sus nichos ecológicos y determinar la posible expansión del descortezador. Se usaron registros de presencia de las especies minuciosamente depurados, 15 variables bioclimáticas y 'kuenm' un paquete de R que usa como algoritmo de modelación a Maxent. Los nichos ecológicos *Dendroctonus–Pinus*, fueron comparados con el uso métodos de ordenación y una función de densidad Kernel. Se generaron 1392 modelos candidatos, no todos resultaron estadísticamente significativos ($\alpha \leq 0.05$), la respuesta de la variable fue de tipo cuadrático, existe una correlación positiva entre la idoneidad y la precipitación y negativa a temperatura, siendo esta última la que determina la idoneidad climática de las especies estudiadas. Se identificó a las especies de *Pinus leiophylla* Schl. & Cham y *D. mexicanus* como vulnerables al cambio climático. El traslape de áreas idóneas de *Dendroctonus–Pinus* es 74.95 % (*P. leiophylla*) y el traslape de nichos en promedio es de 46.66 %. Se tiene poca superficie libre de descortezador (30.02 y 25.65 %). Se observaron inicios de expansión de *D. mexicanus* hacia nuevos climas actualmente no ocupados por las especies de pino estudiadas.

Palabras clave: *Dendroctonus mexicanus*, kuenm, modelos de nicho ecológico, *Pinus*, traslape de nicho.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**USO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA Y TELEDETECCIÓN EN EL MONITOREO
DE LA SUPERFICIE IRRIGADA EN UN MODULO DE RIEGO EN EL NORTE DE MÉXICO**

**USE OF GEOGRAPHIC INFORMATION AND REMOTE SENSING SYSTEMS IN MONITORING THE
IRRIGATED SURFACE IN AN IRRIGATION MODULE IN NORTHERN MEXICO**

**Carlos Miguel Ramos Cruz^{1*}; Gerardo Delgado Ramírez²; Emilia Raquel Pérez Evangelista³;
Enrique Miguel-Valle³; Luis Ángel Hernández-Martínez⁴**

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental, General Terán, General Terán, Nuevo León. C. P. 67400.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera, Gómez Palacio, Durango. C. P. 35140.

³Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. Periférico Raúl López Sánchez y carretera Santa Fe. Torreón Coahuila. C.P. 27054.

⁴Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Todos Santos, CIRNO, INIFAP, Agricultura s/n, Col. Emiliano Zapata, La Paz, Baja California Sur. C.P. 23070.

ramos.carlos@inifap.gob.mx

RESUMEN

En la actualidad, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son una herramienta poderosa que involucra el análisis espacial y el modelado mediante la gestión de bases de datos, la interpolación, algoritmos gráficos y análisis de red. El uso de los SIG y percepción remota en la planificación de las actividades en un distrito de riego (DR) y sus módulos, apoya en el conocimiento y análisis de la información que en estos se genera, y permite que los recursos se aprovechen de manera eficiente. Por tal motivo, el objetivo del presente estudio fue generar un Sistema de Información Geográfica y dar seguimiento al avance de riego superficial de un módulo del distrito de riego 017 Región Lagunera, mediante el uso de imágenes de satélite con la finalidad de identificar superficies excedentes durante el ciclo de riego. Para esto, se integró un SIG del módulo de riego y se utilizaron imágenes del satélite Landsat 8 para dar seguimiento a las zonas de crecimiento de vegetación. Los resultados indican que en el módulo se regó un 21.0% de mayor superficie a la autorizada por el distrito de riego. El uso de SIG y la teledetección permitió detectar y ubicar espacialmente desviaciones entre las superficies reales, programadas y autorizadas oficialmente y con ello, se facilitó y precisó la supervisión de áreas específicas que presentaron superficies de riego mayores a las concesionadas.

Palabras clave: *SIG, Teledetección, módulos de riego.*

INTRODUCCION

El desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica (GIS) comenzó en 1960, cuando se creó el primer GIS con el propósito de identificar, analizar, y explorar los recursos forestales del territorio canadiense (Jankowski, 1995); sin embargo, fue hasta inicios de los 80's cuando surgió una industria dedicada a la creación y comercialización de software SIG (Goodchild, 2011). Los SIG, la teledetección y los sistemas de posicionamiento global (GPS) son herramientas de utilidad para la identificación y monitoreo de extensas áreas agrícolas, estimación de la producción, detección de plagas y enfermedades, mapeo de zonas productivas, cálculo de estrés hídrico, y direccionamiento del muestreo con base a la variabilidad espacial del suelo y de los cultivos (Aguilar *et al.*, 2010). El uso de las técnicas de percepción remota y de SIG representan una visión clara para el seguimiento temporal de las zonas agrícolas durante el desarrollo de los cultivos (Aguilar, 2015). En general, son herramientas fundamentales para la integración y análisis de la información para la ejecución de diversos estudios



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

(Santos *et al.*, 2019). Debido a estas características, dichas herramientas ahora son indispensables para los administradores y planificadores en la toma de decisiones sobre el manejo de distintos recursos (Mustafa, 2012). El uso de los SIG y percepción remota en la planificación de las actividades en un distrito de riego (DR) y sus módulos, apoya en el conocimiento y análisis de la información que en estos se genera, y permite que los recursos se aprovechen de manera eficiente (Mejía *et al.*, 2003).

En México, los Distritos de Riego operan con eficiencias globales menores al 40%, lo cual se atribuye a distintos factores, destacando algunos de naturaleza tecnológica asociados a la operación deficiente de la red de conducción, al diseño y manejo deficiente del sistema de riego parcelario (Ramos *et al.*, 2019). Aunado a éstos se suman otros factores de naturaleza administrativa que también impactan la eficiencia de gestión del agua, como es el sobredimensionamiento, por parte de los usuarios, de las superficies de riego concedidas. Aun cuando no se dispone de cifras reportadas oficialmente sobre la magnitud de este problema, se conoce que produce retrasos importantes en la entrega del agua a los usuarios y propicia el uso o tráfico ilegal de volúmenes de agua no concesionados. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue integrar un Sistema de Información Geográfica y dar seguimiento al avance de riego superficial de un módulo del distrito de riego 017 Región Lagunera, mediante el uso de imágenes de satélite con la finalidad de identificar superficies excedentes durante el ciclo de riego.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un módulo del distrito de riego 017 Región Lagunera (DR-017), que se localiza en la Región Lagunera, integrada por diez municipios del estado de Durango y cinco municipios del estado de Coahuila de Zaragoza, México. Es administrado por la Comisión Nacional de Agua (CNA) y se divide en 20 módulos de riego, de los cuales 17 pertenecen al Río Nazas y el resto al Río Aguanaval (Figura 1), con una superficie dotada de 223,822 ha⁻¹ y un volumen anual concesionado de 1,024 Mm⁻³ para irrigar 93,409 ha⁻¹. La distribución del agua se realiza por medio de una red de 1,266 km de canales, en beneficio de 37,956 usuarios. El sistema de riego utilizado para irrigar los cultivos es superficial por melgas (Ramos *et al.*, 2019). El módulo evaluado se localiza en el sureste del Estado de Coahuila, entre 25° 45' 18" y 25° 38' 59" Latitud Norte, 102° 46' 06" y 103° 05' 54" Longitud Oeste a una altitud promedio de 1,096 m.

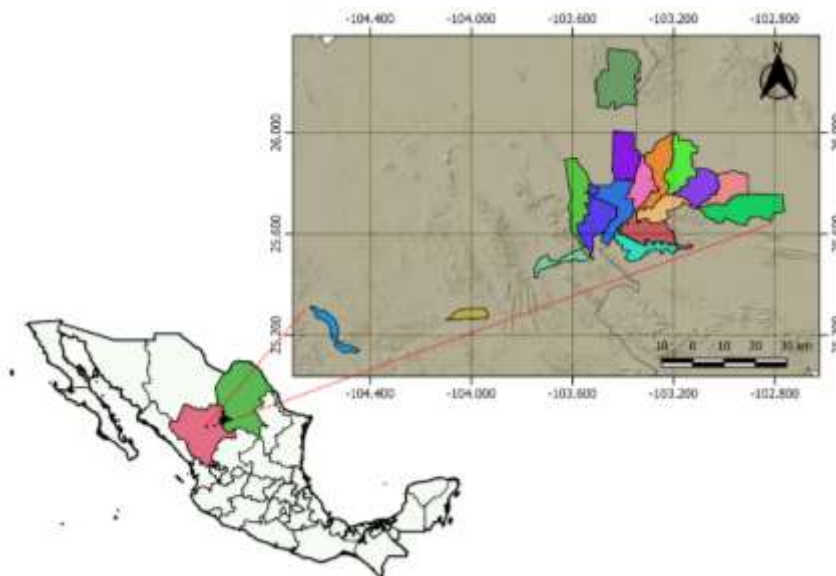


Figura 1. Distribución geográfica de los módulos del distrito de riego 017, Región Lagunera, México.

Recopilación de Información. Se recabó la información disponible del DR-017 como: polígonos de las parcelas, conducción de canales, caminos, relación de usuarios, cultivos y superficie programada. El



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

límite del distrito se obtuvo de la página oficial de la CNA, donde se descargó la base de datos de los DR del país en formato KML (Keyhole Markup Language), posteriormente se convirtió a formato shapefile (.shp) mediante el software Quantum GIS (QGIS), ver. 3.10.14, el cual es un software libre y de código abierto.

Integración de un Sistema de Información Geográfica (SIG). Los shapefile se generaron bajo la proyección WGS 84 UTM, para la zona 13 Norte. Se crearon distintas capas en formato vectorial, considerando polígonos para las parcelas y la red principal de canales; líneas para los canales interparcelarios; y puntos para las distintas estructuras de operación de la red principal de canales. Para esto se utilizó Quantum QGIS versión 3.10.14, desarrollado por la asociación QGIS.ORG, Suiza, software libre y de código abierto (FOSS) (Meyer y Riechert, 2019).

Adquisición de imágenes de satélite. Se utilizaron diez imágenes captadas por el sensor OLI (Operational Land Imager) que se encuentra a bordo del satélite Landsat 8. Las imágenes se obtuvieron de manera gratuita en el portal de la United States Geological Survey (USGS) <https://earthexplorer.usgs.gov/> (Caballero y Treviño, 2018). Las características básicas de las imágenes son: campo de visión 180 x 175 Km², resolución temporal de 16 días y una resolución espacial de 30 m, la cual permite el seguimiento de parcelas mayores a una ha⁻¹.

Corrección radiométrica. Con las imágenes descargada se realizó la corrección radiométrica debido a que los datos de las bandas del sensor TIRS y OLI están derivados en 16 bits en formato no cifrado y deben ser reescalados a valores de reflectancia en el techo de la atmosfera "Top of Atmosphere" (TOA). Para esto, se utilizaron los coeficientes radiómetros incorporados en los metadatos de la imagen y la ecuación 1 (Ariza, 2013; Corrales y Ochoa, 2016):

$$P\lambda' = (M_p * Q_{cal} + A_p) / \sin(\theta_{SE}) \quad (1)$$

Dónde: $P\lambda'$ Es el valor de reflectancia con corrección de ángulo solar; M_p = Es el factor multiplicativo de escalado específico por banda obtenido del metadato (REFLECTANCE_MULT_BAND_x (x = número de la banda)); A_p = Es el factor aditivo de escalado específico por banda obtenido del metadato ((REFLECTANCE_ADD_BAND_x (x = número de la banda); Q_{cal} = al producto estándar cuantificado y calibrado para valores de pixel (DN); y θ_{SE} = al ángulo de elevación solar del centro de la escena, el cual es provisto en los metadatos (SUN_ELEVATION).

Combinación de bandas. De cada imagen obtenida, mediante el software QGIS se combinaron las bandas cinco, cuatro y tres para generar una a falso color. Esto sucede al pasar las bandas por los filtros rojo, verde y azul. Cada banda muestra un degradado de grises que serán saturados por el color de su canal de manera proporcional durante la composición de la imagen RGB. Esta combinación de las tres bandas saturadas de color hará que se generen imágenes con tramas de colores rojos, verdes y azules, así como otros colores secundarios. El falso color representa mejor la presencia de vegetación en comparación al color natural.

Verificación de la superficie de riego. Se recopiló información sobre los avances de riego, información proporcionada por los canaleros de las secciones de riego del módulo, así como de la información obtenida durante los recorridos de campo. Esta información se agregó a la base de datos del SIG que se generó para este estudio y se contrastó con las zonas de crecimiento de vegetación captadas a través de las imágenes de satélite. Además, fue necesario realizar una supervisión en campo para excluir parcelas regadas mediante pozos profundos y parcelas con presencia de maleza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la información del Sistemas de Información Geográfica que se generó para este estudio y con la interpretación de las imágenes de satélite fue posible realizar un seguimiento periódico del crecimiento



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

vegetativo del módulo. Esto permitió identificar y cuantificar la superficie real sembrada en cada una de las parcelas durante el ciclo de riego (Cuadro 1). Estas superficies fueron verificadas en campo y se excluyeron áreas con riego mediante pozo profundo. Se identificaron aproximadamente un 21.0% de mayor superficie regada a la autorizada por el distrito de riego 017. El algodón fue el cultivo con mayor superficie excedente (36.2%) identificado, seguido del nogal (24.7%). Lo anterior, podría deberse, que en el módulo evaluado son los cultivos que más se establecen todos los ciclos de riego. Sin embargo, la superficie excedente identificada en este estudio, no fue reportada por el personal encargado de la administración del agua del módulo. Lo anterior puede atribuirse a lo señalado por Mejía *et al* (2003) quienes indican que, en la mayoría de los distritos de riego del país, existen mayor superficie regada de la autorizada debido principalmente a la venta no oficial de volúmenes de agua, así como al robo por los usuarios sin derecho. En otro trabajo realizado por Caballero (2013) mediante técnicas de información, encontró que los usuarios en los distritos de riego establecen mayores superficies a lo programado y que no son reportadas de manera oficial por parte del personal técnico de las asociaciones civiles de usuarios.

Cuadro I: Superficie autorizada y sembrada en el módulo evaluado del distrito de riego 017, Región Lagunera.

Cultivo	Superficie (ha ⁻¹)		Excedente %
	Autorizada	Real	
Nogal	637.9	749.4	24.7
Algodón	664.8	828.3	36.2
Sandía	93.4	130.2	8.1
Melón	214.2	279.7	14.5
Sorgo Forrajero	196.1	244.8	10.9

CONCLUSIONES

El uso de los Sistemas de Información Geográfica y sensores remotos permitió detectar, ubicar y monitorear de manera progresiva y espacialmente desviaciones entre las superficies reales, programadas y autorizadas oficialmente y con ello, se facilitó y precisó la supervisión de áreas específicas que presentaron superficies de riego mayores a las autorizadas y que no estaban consideradas. Estas herramientas contribuyen en la administración del agua en los distintos módulos de los distritos de riego del país, en la distribución y seguimiento de las áreas de riego, con la finalidad de hacer un uso eficiente del agua, el cual es un recurso que cada día es más escaso.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, N. 2015. Percepción remota como herramienta de competitividad de la agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6 (2): 399-405.
- Aguilar, N., Galindo, G., Fortanelli, J., Contreras, C. 2010. Índice normalizado de vegetación en caña de azúcar en la Huasteca Potosina. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 14 (2): 49-65.
- Ariza, A. 2013. Descripción y Corrección de Productos Landsat 8 LDCM (Landsat Data Continuity Mission). Versión 1.0. Grupo Interno de Trabajo en Percepción Remota y Aplicaciones Geográficas. 46 pp.
- Caballero, J. 2013. Uso de técnicas de la información para estimar parámetros estratégicos en la operación de los distrito de riego. in: *Hidrociencias*, Vol. Maestría, Colegio de Postgraduados. Texcoco, Edo. de México, 92 pp.
- Caballero, P., Treviño, E.J. 2018. Análisis de la pertinencia de las plantaciones forestales en Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 9 (50): 400-414.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

- Corrales, R., Ochoa, V. 2016. Cálculo de reflectancia en imágenes Landsat OLI-8, sobre la región central de Honduras, mediante software libre SEXTANTE. *Revista Ciencias Espaciales*, 9 (1): 81-96.
- Goodchild, M.F. 2011. Spatial Thinking and the GIS User Interface. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 21: 3-9.
- Jankowski, P. 1995. Integrating geographical information systems and multiple criteria decision-making methods. *International Journal of Geographical Information Systems*, 9(3), 251-273.
- Mejía, E., Exebio, A., Palacios, E., Santos, A.L., Delgadillo, M.E. 2003. Mejoramiento del manejo de distritos y módulos de riego utilizando Sistemas de Información Geográfica. *Terra Latinoamericana*, 21 (4): 513-522.
- Meyer, D., Riechert, M. 2019. Open source QGIS toolkit for the Advanced Research WRF modelling system. *Environmental Modelling & Software*, 112: 166-178.
- Mustafa, K. 2012. GIS and types of GIS education programs. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 46, 209-2015.
- Ramos, C.M., Estrada, J., Delgado, G., Pérez, E., Domínguez, D. 2019. Evaluación de variables involucradas en riego superficial para incrementar la eficiencia del uso del agua en la Región Lagunera, Coahuila de Zaragoza, México *Acta Agrícola y Pecuaria*, 5 (1).
- Santos, A.L., Palacios, E., Mejía, E., Matus, J.A., Galvis, A., Vásquez, D., Ascencio, R., Peña, S.A. 2019. Análisis del uso del agua del acuífero Cuauhtémoc, Chihuahua, México. *Tecnología y ciencias del agua*, 10 (3): 156-189.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL PETRÓLEO EN SUELO RIZOSFÉRICO SOBRE EL
CRECIMIENTO DE *LEERSIA HEXANDRA* Sw.**

**EVALUATION OF THE EFFECT OF OIL ON RHIZOSPHERIC SOIL ON THE GROWTH OF
LEERSIA HEXANDRA Sw.**

**¹Orocio Carrillo JA, ¹Rivera Cruz MC, ¹Bautista Muñoz CC, ¹Aranda Ibañez EM y ²Juárez
Maldonado A.**

¹Colegio de Postgraduados Campus Tabasco. Periférico Carlos A. Molina, Km 3.5. Carretera
Cárdenas-Huimanguillo. H. Cárdenas, Tabasco 86500, México.

²Departamento de Botánica, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro
1923, Buenavista, 25315 Saltillo, Coahuila, México.

Autor para correspondencia: orocio.alberto@colpos.mx

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la concentración de hidrocarburos totales del petróleo (HTP) sobre el crecimiento de *Leersia hexandra*. Se realizó un experimento bajo condiciones semicontroladas en microtúnel con cuatro tratamientos (0, 30, 60 y 90 g kg⁻¹ de HTP). Las variables de crecimiento evaluadas a los 14, 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112, 126, 140 y 154 días después de establecido el experimento fueron: altura de la planta, tasa de crecimiento relativo (TCR) y número de hijuelos en el macollo (NHM). El efecto del HTP bajo la dosis de 30, 60 y 90 g kg⁻¹ de HTP disminuyó la altura en un 16.44, 28.38 y 66.61% respectivamente y la TCR del 19.78, 36.18 y 73.48%, sin embargo, estimuló el crecimiento del NHM en un 208.34% a exposición 90 g kg⁻¹ de HTP, además de un aumento del 92.60 y 146.03% cuando la planta fue expuesta a 30 y 60 g kg⁻¹ de HTP respectivamente. Con respecto al tiempo de exposición, se destaca que conforme a la prolongación del tiempo se produce un efecto positivo en la altura y NHM, mientras que la TCR disminuye.

Palabras claves: *Hidrocarburos totales del petróleo, altura, Leersia hexandra, tasa de crecimiento, número de hijuelos en el macollo.*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**EFFECTO DE LOS CONTENIDOS DE EXTRACTOS Y CENIZAS EN EL PODER CALORIFICO DE
MATERIALES LIGNOCELULÓSICOS**

**EFFECT OF EXTRACTS AND ASH CONTENTS ON THE CALORIFIC VALUES OF
LIGNOCELLULOSIC MATERIALS**

¹Honorato Salazar Ja, ¹Apolinar Hidalgo F, ²Degabriel Valencia B, ²Colotl Hernández G.

¹INIFAP, CIRGOC. Campo Experimental San Martinito, km 52.5 56.5 Carretera Federal México-Puebla, San Martinito, Tlahuapan, Puebla, México.

²Prestador de Servicios Profesionales.

*Autor para correspondencia: honorato.amador@inifap.gob.mx

RESUMEN

Los materiales lignocelulósicos tienen un gran potencial para la obtención de energía renovable, por lo que es importante conocer las propiedades específicas que afectan su eficacia energética. El poder calorífico es uno de los parámetros importantes de estos materiales porque permite conocer el suministro de energía que se puede obtener por unidad de peso o volumen, pero es afectado por algunas otras propiedades como la cantidad de cenizas y extractos, por cual, este trabajo se realizó con el objetivo de determinar si los contenidos de extractos y cenizas afectan el poder calorífico de 122 muestras de diferentes materiales lignocelulósicos del país. Los valores de poder calorífico y la cantidad de cenizas se realizaron con base a las normas ASTM E711 y D1102, respectivamente, mientras que el contenido de extractos en etanol-benceno y etanol con los procedimientos de la norma TAPPI T204. Los valores obtenidos se correlacionaron con el método de Pearson ($\alpha = 0.05$). Los resultados obtenidos indican que tanto el contenido de cenizas como el de extractos en etanol-benceno y etanol tienen un efecto negativo, con una correlación respectiva de -55.1%, -41.3% y -62.4%, por lo que los materiales con mayor cantidad de cenizas y extractos tienen menor valor calorífico, haciéndolos menos favorables para su uso como combustible.

Palabras clave: *Extractivos, madera, residuos agrícolas, residuos forestales.*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**EVALUACIÓN EN SUELO RIZOSFÉRICO CON EFECTO DEL PETRÓLEO A TRAVÉS DEL
TIEMPO SOBRE EL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE LA CIPERÁCEA *ELEOCHARIS
PALUSTRIS* (L) ROEM. & SCHULT.**

**EVALUATION IN RHIZOSPHERIC SOIL WITH THE EFFECT OF OIL OVER TIME ON THE
GROWTH AND PRODUCTION OF THE SEDGE *ELEOCHARIS PALUSTRIS* (L) ROEM. & SCHULT.**

**¹Chávez Álvarez K, ¹Rivera Cruz MC, ¹García de la Cruz R, ¹Aceves Navarro LA, ¹Orocio Carrillo
JA y ²Vega López A**

¹Colegio de Postgraduados *Campus* Tabasco. Periférico Carlos A. Molina, Km 3.5. Carretera
Cárdenas-Huimanguillo. H. Cárdenas, Tabasco 56500, México

² Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. El prol. Carpio y Plan
de Ayala s/n, Col. Plutarco Elías Calles "Casco de Santo Tomás", D.F. CP 11340, México.
Autor para correspondencia: Karlazevach96@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de la esta investigación fue evaluar el efecto de la concentración de petróleo fresco a través del tiempo en el crecimiento de la ciperácea *Eleocharis palustris*, una planta que logra una cobertura hasta del 100% en humedales contaminadas y sin contaminar, aledaños a la infraestructura petrolera del estado de Tabasco. Se efectuó un experimento en microtúnel con 7 tratamientos (0, 3, 15, 30 y 75 g kg⁻¹ de petróleo fresco (PF)). Las variables de crecimiento evaluadas a través del tiempo (15, 22, 29, 36, 43, 50, 57, 64, 71, 78, 85, 95, 99, 106, 113, 120, 127, 134, 141, 148, 155, 162, 169, 176, 183, 190, 197, 204, 211, 218, 225, 232, 239, 246, 252, 260, 277 días) después de establecido el experimento fueron altura de la planta, tasa de crecimiento relativo (TCR) y el número de plantas nuevas. El efecto del petróleo fresco estimulo la altura de la planta en un 7.6 al 38.7% y la TCR del 7.74% respecto al suelo sin petróleo. Los resultados demuestran que conforme pasa el tiempo *E. palustris* produce un efecto positivo en la altura y en número de hijuelos en suelos con petróleo, mientras que la TCR disminuye.

Palabras clave: *Eleocharis palustris*, petróleo fresco, tasa de crecimiento relativa, número de plantas nuevas.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**RENDIMIENTO TERMEOCONÓMICO EN LA SELECCIÓN DEL TIPO DE SECADOR SOLAR PARA
PRODUCTOS AGRÍCOLAS**

**THERMOECONOMIC PERFORMANCE IN THE SELECTION OF TYPE OF SOLAR DRYER FOR
AGRICULTURAL PRODUCTS**

¹Quintanar Olguin J. y ¹Martínez Ruiz A.

¹CESMAR-CIRGOC-INIFAP. Km. 56.5 Carretera Federal México-Puebla, San Martinito, Tlahuapan,
Puebla. CP.74100.

Autor de correspondencia: quintanar.juan@inifap.gob.mx

RESUMEN

El secado solar es una tecnología emergente para preservar una amplia gama de productos agrícolas. La aplicación de secadores solares, sin embargo, debe evaluarse para determinar su beneficio y efectividad. En la evaluación del rendimiento del secador solar, los tres criterios más importantes a tener en cuenta son el rendimiento térmico, el costo económico y las implicaciones medioambientales. En este trabajo, se realiza el análisis térmico de dos distintos diseños de secadores solares: tipo invernadero y tipo túnel. Los resultados muestran una eficiencia térmica de 32.2% para el secador tipo invernadero y de 20.8% para el secador tipo túnel, con datos para secar café lavado. Este parámetro permite realizar comparaciones entre los secadores para seleccionar el más apropiado para productos agrícolas.

Palabras clave: *Secador tipo invernadero, sin movimiento de aire.*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**EVALUACION DE LA DEGRADACION DEL BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA POR PRESION
DEMOGRAFICA FRAGMENTACIÓN Y CAMBIO DE USO DE SUELO EN MEXICO**

**EVALUATION OF LAND DEGRADATION OF THE MOUNTAIN MESOPHYL FOREST BY
DOMOGRAPHIC PRESURE, FAGMENTATION AND LAND USE CHANGE IN MEXICO**

**¹Moreno Sánchez F, ¹Pérez Miranda R, ¹Velasco Bautista E ¹Romero Sánchez E. ¹ González
Hernández A**

¹Centro Nacional de Estudios Disciplinarios en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas
Forestales del INIFAP. Avenida Progreso No5 Barrio de Santa Catarina Ciudad de México 04010.
Autor para correspondencia: moreno.francisco@inifap.gob.mx

RESUMEN

Los bosques mesofilos de montaña son los ecosistemas con mayor diversidad de los bosques y son importantes reservorios de biodiversidad sin embargo no se ha priorizado su conservación, el presente estudio evalúa los efectos antropogénicos a través de análisis de los cambios de uso de suelo y el efecto de la fragmentación. Para ello se usa el método de Análisis de Patrón Espacial Morfológico (MSPA) para evaluar esta. Para medir las influencias antropogénicas, se desarrolló de un indicador de presión antropogénica en las áreas forestales por conectividad por tipo de camino, pendiente y distancia. A lapso de tiempo de una hora hasta de 10 de distancia a los núcleos de población principales, esto se calculó en función de la serie 6 de INEGI sobre dicha conservación. Con lo que se puede concluir que las clases de alta fragmentación tienen más probabilidades de pasar a tierras no forestales, estas conversiones fueron mayores durante 2002–2008. Los mapas de fragmentación forestal, distancias efectivas a las influencias antropogénicas y los niveles de presión que generan sobre los bosques puede ser referenciada espacialmente con otros factores y procesos naturales y socioeconómicos para mejorar la comprensión de sus interacciones y comportamientos en el espacio y tiempo. La información generada en este estudio puede ayudar a mejorar el diseño y priorización de monitoreo, gestión, estrategias de conservación, restauración e incentivos económicos para los BMM en México.

Palabras clave; *Bosque mesofilo de montaña; fragmentación; degradación*



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

**MODIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO POR EL PETRÓLEO Y
CLORURO DE SODIO**

**MODIFICATION OF THE CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE SOIL BY PETROLEUM AND
SODIUM CHLORIDE**

¹Séneca Falcón O, ²Rivera-Cruz MC, ³Trujillo-Narcía A, ⁴Rodríguez Uribe ML y ³Ramírez May AG

¹Programa Educativo de Ingeniería en Geología. Universidad Popular de la Chontalpa. Carretera Cárdenas-Huimanguillo km 2, Ra. Paso y Playa, CP 86500, Cárdenas, Tabasco, México.

²Laboratorio de Microbiología Ambiental y Agrícola. Colegio de Postgraduados *Campus* Tabasco. Periférico Carlos A. Molina s/n, Km 3.5. CP 86500, Cárdenas, Tabasco. México.

³Programa Educativo de QFB. Universidad Popular de la Chontalpa. Carret. Cárdenas-Huimanguillo km 2, Ra. Paso y Playa, CP 86500, Cárdenas, Tabasco, México.

⁴Departamento de Biotecnología y Bioquímica, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Irapuato. México. Km 9.6 del Libramiento Norte Carretera Irapuato-León. Apartado Postal 629, C.P. 36824 Irapuato, Guanajuato, México

*Autor para correspondencia: omarsenecafalcon@gmail.com

RESUMEN

Se evaluaron las modificaciones químicas del suelo originadas por las interacciones de cuatro factores: dosis de petróleo Istmo (0, 1040, 23723 y 51073 mg/kg base seca), NaCl (0 y 0.85%), consorcio bacteriano constituido por dos aislados (*Pseudomonas* sp y *Rhodococcus* sp) y el pasto hidrofítico *Leersia hexandra*. El experimento se llevó a cabo en micro-tunel durante 180 días, se evaluaron 24 tratamientos con tres repeticiones cada uno, la unidad experimental fue un contenedor de vidrio con 2 kg de suelo arcilloso colectado de la capa superficial de un Gleysol. El suelo fue molido con mazo de madera y tamizado en malla de 5 mm de abertura. Las variables evaluadas fueron el potencial hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (CE), carbono orgánico del suelo (COS), materia orgánica del suelo (MOS) y nitrógeno total (Nt). Todas las variables registraron medias con diferencias estadísticas (Duncan $p \leq 0.05$). La dosis 23724 mg/kg de petróleo combinado con los otros tres factores promovió el pH a 7.0 respecto al testigo (6.1). La mayor CE varió de 2.5 a 2.7 dS/m, fue mayor hasta siete veces que el testigo, y fue inducida por el consorcio bacteriano en ausencia de *L. hexandra*. La MOS registró valores máximos de 10.1% por efecto de 51073 mg/kg de petróleo combinado con 0.85 de NaCl, la MOS fue 90.5% mayor que en el suelo testigo (5.3%). El contenido máximo de Nt fue 0.04% en suelo contaminado con 51073 mg/kg combinado con 0.85 de NaCl, en presencia del pasto e inoculado con *Pseudomonas* sp y *Rhodococcus* sp, esta cantidad de Nt es el doble que en el suelo testigo absoluto (0.02%). Se requieren nuevos estudios para responder y confirmar interrogantes que permanecen vigentes.

Palabras clave: petróleo, cloruro de sodio, modificaciones, suelo



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Plantaciones Forestales



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**ESTIMACIÓN DE VOLUMEN MADERABLE MEDIANTE CUATRO ESTIMADORES EN TRES
CONDICIONES DIFERENTES**

WOOD VOLUME ESTIMATION USING FOUR ESTIMATORS AT THREE DIFFERENT CONDITIONS

¹Velasco-Bautista E, ²de los Santos-Posadas H y ²Valdez-Lazalde JR

¹Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (Cenid Comef) del INIFAP. Avenida Progreso, No. 5, Col. Barrio de Santa Catarina, Alcaldía Coyoacán, Ciudad de México, México. CP. 04010. Autor para correspondencia: velasco.efrain@inifap.gob.mx

²Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Estado de México, México. CP. 56230

RESUMEN

En el proyecto del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) de México, desde el punto de vista teórico se considera como unidad de muestreo un conglomerado integrado por cuatro sub-parcelas, no obstante, por diversas razones, en campo es frecuente obtener información en conglomerados menores a cuatro sub-parcelas. Las consecuencias de esta situación en la estimación de parámetros forestales no se han estudiado con suficiente detalle al considerar diversos métodos estadísticos. Entonces, el objetivo de esta investigación fue comparar cuatro estimadores para el volumen maderable en tres condiciones de completitud de las unidades de muestreo. En una población artificial de 9,370,000 árboles se diseñaron 88 redes sistemáticas de muestreo con conglomerados de sub-parcelas circulares; cada red estuvo conformada por 81 unidades de muestreo, equidistantes a 1 km. Se consideraron tres condiciones de completitud de los conglomerados: (a) 100 %, (b) 88 % y (c) 63 %. En cada condición se estimó el volumen maderable ($m^3 ha^{-1}$) mediante los siguientes estimadores: (1) Forest Inventory and Analysis (FIA), (2) Van Deusen (VAN), (3) Media de Razones (MR) y (4) Razón de Medias (RM). Como criterio de comparación se usó el sesgo relativo. El análisis de la información se llevó a cabo en el Sistema de Análisis Estadístico SAS® v9.2. En cada condición estudiada, las estimaciones de volumen por hectárea para los cuatro estimadores fueron similares e insesgadas, sin embargo, la varianza estimada mediante FIA resultó sesgada en conglomerados incompletos, con valores superiores a dos y cinco veces la varianza verdadera para la segunda y tercera condición, respectivamente.

Palabras clave: *razón de medias, media de razones, estimador Van Deusen, inventario forestal.*



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS POTENCIALMENTE MUY APTAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL ÁRBOL DE RAMÓN (*Brosimum alicastrum swartz*) EN EL ESTADO DE TABASCO, MÉXICO.

HIGH DETERMINATION POTENTIAL AREAS TO STABLISH RAMÓN TREE (*Brosimum alicastrum swartz*) IN TABASCO, MEXICO STATE.

González Rivera F, ¹*Arrieta Rivera A, ²Aceves Navarro LA, ¹Sánchez Hernández R, ¹Ruiz Acosta SC

¹Tecnológico Nacional de México/IT de la Zona Olmeca, Cuerpo Académico Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. Ignacio Zaragoza S/N, Villa Ocuilzapotlán, Centro, Tabasco, México. 86270;

²Colegio de Postgraduados Campus Tabasco. Carlos A. Molina s/n km 3.5, H. Cárdenas, Tabasco, México. CP 86570.

Autor para correspondencia: agria_39@yahoo.com.mx

RESUMEN

El Ramón (*Brosimum alicastrum Sw*) es un árbol perenne de la familia de las moráceas, es resistente a las sequías y alcanza hasta 40 m de altura, desarrollándose desde 10 hasta 1,600 msnm (CONABIO-CONAFOR, 2012). El Objetivo fue desarrollar un mapa de aptitud agroecológica que identifique las zonas con alto potencial productivo para el cultivo del árbol del ramón, en el estado de Tabasco. Para la realización de la zonificación edafoclimática se utilizaron datos provenientes de 29 estaciones meteorológicas distribuidas en el estado de Tabasco, el uso del software ArcGIS v. 10 (ESRI, 2011). Cartas edafológicas, de pendiente, altitud, precipitación y temperatura a escala 1:250,000. La metodología fue en base a Fischer et al., (2012), consistió en la evaluación del recurso suelo con base en las unidades y subunidades de suelo del sistema FAO/UNESCO. Para ello, se integraron datos de acuerdo a Jiménez (2014) y Palma-López et al., (2017). Obteniendo como resultado una superficie total de 431,324.85 ha con alto potencial para el establecimiento de plantaciones de *Brosimum alicastrum*, lo cual representa el 40.1% del total del estado de Tabasco. Los suelos que dominan con alto potencial son los Vertisoles representado con el 43.3%, los Luvisoles con el 26.89 %, los Leptosoles con el 26.4% y los Cambisoles con el 2.97%. Considerándose así que en el estado de Tabasco existen zonas con aptitud óptima edafoclimática para cultivar *Brosimum alicastrum* en una superficie de 431,324.85 ha, distribuidos con mayor área en los municipios de Huimanguillo, Comalcalco, Cárdenas, Macuspana, en todo el estado.

Palabras clave: *Brosimum alicastrum*, zonificación de cultivos



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**SENSORIZACIÓN DE UNA SEMBRADORA CONVENCIONAL PARA MONITOREO DE
PARÁMETROS DE OPERACIÓN**

**A CONVENTIONAL SEEDER SENZORIZATION FOR MONITORING OPERATIONAL
PARAMETERS**

¹Rivera Barbosa R, ²Escamilla Martínez A

¹Departamento de Posgrado CIATEQ, A.C. / Área de Máquinas CIATEQ A.C. Centro de Tecnología Avanzada, Sede Aguascalientes. Circuito Aguascalientes Norte Núm. 135 Parque Industrial del Valle de Aguascalientes. San Francisco de los Romo, Aguascalientes, México.

²CIATEQ A.C. Centro de Tecnología Avanzada, Sede Querétaro. Av. Manantiales No. 23-A parque Industrial Bernardo Quintana. El Marqués, Querétaro.

Autor para correspondencia: rivera@ciateq.mx

RESUMEN

Las tecnologías para la mecanización agrícola utilizadas actualmente en diferentes regiones de México son de carácter intermedio, donde aún interviene la mano del hombre y no se tienen las facilidades electromecánicas para el control automático de los procesos de siembra. Negrete (2006) cita que el uso de tecnología depende de diversos factores tales como las condiciones sociales, económicas y culturales, la topografía del terreno, y en general del desarrollo tecnológico global de los países. El presente proyecto de investigación tiene el propósito de mejorar la eficiencia de la operación de las sembradoras de granos cuyo nivel tecnológico corresponde al nivel intermedio; aquí se plantea la implementación de sistemas para el monitoreo de los parámetros básicos de operación que permitan al operador conocer en tiempo real la presencia de un mal funcionamiento. De acuerdo con lo anterior, se presentan los resultados de un estudio de ingeniería de una máquina sembradora de granos que incorpora el monitoreo de dos parámetros, profundidad de siembra y separación entre semillas sembradas; además del monitoreo de la dosificación y los niveles de los depósitos de fertilizante y semilla. Con base al estudio del estado de la técnica se determinó la factibilidad de la implementación de sensores comerciales para el monitoreo de parámetros de proceso; lo que deberá asegurar la confiabilidad en la eficacia del proceso de siembra.

Palabras clave: *Sembradora, monitoreo, parámetros, sensorización, diseño.*



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

CONTENIDO DE AZADIRACTINA EN SEMILLAS DE NEEM (*Azadirachta indica*) COLECTADAS
EN TABASCO, México

AZADIRACTIN CONTENT IN SEEDS OF NEEM (*Azadirachta indica*) COLLECTED IN TABASCO,
MEXICO

¹Hernández Hernández KM, ²Hernández Becerra JA, ³García Galindo HS, ¹Corzo Sosa CA,
^{1*}Ochoa Flores AA.

¹División Académica de Ciencias Agropecuarias. UJAT, 25 km carretera Villahermosa-Teapa, Villahermosa, Tabasco, México. ²División de Procesos Industriales, UTTab. 15 km carretera Villahermosa-Teapa, Villahermosa, Tabasco, México. ³UNIDA, Instituto Tecnológico de Veracruz, M.A. de Quevedo 2779, Col. Formando Hogar, Veracruz, Veracruz, México.
Autor para correspondencia: angelica.ochoa@ujat.mx.

RESUMEN

Se evaluó el rendimiento en aceite y el contenido de azadiractina en el aceite extraído de las semillas de frutos de neem colectados en diferentes localidades de Tabasco, México. El aceite de neem se obtuvo por el método de extracción con solventes asistida por ultrasonificación; el rendimiento del aceite obtenido se determinó por peso, en balanza analítica y su contenido de azadiractina se determinó por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). Se encontraron diferencias significativas en el rendimiento en aceite, así como en el contenido de azadiractina del aceite extraído de semillas de frutos de neem colectados en las diferentes localidades del estado de Tabasco; siendo estas diferencias más grandes para el contenido de azadiractina en el aceite, que para el rendimiento en aceite extraído de las semillas. El rendimiento en aceite extraído mostró un valor medio de 44.30 ± 5.57 g por cada 100 g de semilla, con rendimientos mínimo y máximo de 33.59 y 53.39 g, respectivamente; mientras que el contenido medio de azadiractina en el aceite fue de 3.42 ± 2.33 mg por g de aceite, con un máximo de 7.13 mg y un mínimo de 0.57 mg de azadiractina por g de aceite de neem. El mayor rendimiento en aceite se obtuvo de los frutos de neem colectados en las instalaciones de la DACA-UJAT; mientras que la mayor concentración de azadiractina se encontró en los aceites extraídos de las semillas de los frutos de neem colectados en las instalaciones de la UTTAB.

Palabras clave: *Neem, Azadiractina, Azadirachta indica, HPLC, Extracción asistida.*



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

ENSAMBLE Y ANOTACIÓN *de novo* DE LA MITOCONDRIA DE CEDRO (*Cedrela odorata* L.) POR
RNASEQ

De novo ASSEMBLY AND ANNOTATION OF CEDRO (*Cedrela odorata* L.) MITOCHONDRIA
FROM RNASEQ

¹Aragón-Magadán MA, ¹Guzmán LF, ¹Rojas Anaya E, ²Cortes-Cruz M, ¹Gomez Godínez LJ

¹Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) del INIFAP. Boulevard de la Biodiversidad, No. 400, Col. Rancho las Cruces, C.P. 47600, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.

²Centro de Investigación Regional Pacifico-Centro (CIRPAC) del INIFAP, Dirección de investigación. Int. Parque Los Colomos S/N, C.P. 44660, Guadalajara, Jalisco, México.

*Autor para correspondencia: aragon.marco@inifap.gob.mx

RESUMEN

Las mitocondrias de las plantas cumplen funciones que van desde procesos asociados al metabolismo de varios elementos, son necesarios para el correcto funcionamiento del cloroplasto y están involucradas en la apoptosis celular. Además, cuentan con genes altamente útiles para estudios filogenéticos, filogeográficos, diversidad genética y conservación.

Tradicionalmente el ensamblado de los genomas mitocondriales se ha realizado a través de secuenciación de genoma completo, pero existen otras alternativas como es el caso del RNAseq. Por tal motivo el presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar una metodología que permita el minado y ensamble de lecturas de genomas mitocondriales *de novo* a partir de datos de RNAseq de cedro.

El flujo de trabajo desarrollado llamado de semilla y extensión, permite extraer *contigs* primarios (semillas) resultado de la comparación de secuencias cortas del RNAseq con un genoma de referencia mitocondrial de alguna especie cercana. Esta semilla es utilizada como referencia en iteraciones posteriores, las cuales en cada paso aumentan en número y tamaño (extensión) hasta obtener la totalidad de lecturas presentes de la mitocondria.

Esta metodología permitió obtener un genoma mitocondrial completo de 228,306 pb en el cual se anotaron 17 tRNAs, 12 genes ribosomales (4 completos y 8 fragmentos) y 134 genes codificantes. Este es el primer reporte de un genoma mitocondrial de cedro (*Cedrela odorata* L.) lo que contribuye a la generación de información sobre esta especie forestal de la cual a pesar de su importancia existe muy poca en las bases de datos genómicas. Al mismo tiempo el protocolo aquí utilizado puede ser replicado en otras especies no modelo para la extracción de genomas mitocondriales a partir de datos de RNAseq.

Palabras clave: *mitogenoma, plastoma, mitocondrion, genoma mitocondrial, semilla y extensión.*

INTRODUCCIÓN

Las mitocondrias de las plantas están involucradas en la respiración celular y en procesos asociados al metabolismo del carbono, nitrógeno, fósforo y azufre. En tejidos fotosintéticos son de vital importancia para el correcto funcionamiento de los cloroplastos, son decisivas en la respuesta al estrés oxidativo de las células y están involucradas en la apoptosis celular (Jacoby *et al.*, 2012; Li y Xing, 2010). De manera evolutiva, las mitocondrias tienen un ancestro común con las *alphaproteobacterias* con las que comparten de 10 a 20 % de proteínas similares llamadas APC (*Alphaproteobacterial components*) (Gray, 2014). Estas proteínas están altamente conservadas y presentan una tasa de sustitución de nucleótidos muy baja, por lo que son una herramienta útil en estudios filogenéticos, filogeográficos y en el desarrollo de marcadores moleculares para generar información sobre el origen y evolución de las plantas (Z. Chen *et al.*, 2017; Hiesel *et al.*, 1994).

Anteriormente, la obtención del genoma de la mitocondria (mitogenoma) de las plantas se basaba principalmente en la secuenciación de fragmentos largos por secuenciación de Sanger (Sang *et al.*, 2020). Esto cambió con la aparición de las tecnologías de secuenciación de siguiente generación (NGS),



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

en particular, con la secuenciación de genoma completo. Estas tecnologías hacen posible obtener fragmentos de DNA muy largos que permiten el ensamble adecuado de la mitocondria mediante la extracción de secuencias presentes en librerías de genoma completo. Esta particularidad logró que esta sea la técnica más utilizada para la obtención y ensamble de estos organelos (Sang *et al.*, 2020).

Aunque tradicionalmente los datos de la secuenciación de genoma completo se utilizan para el ensamble de la mitocondria, existen otras alternativas viables que no han sido lo suficientemente explotadas, como es el caso del RNAseq. Utilizar este tipo de datos presenta varias ventajas, por ejemplo, los genes mitocondriales tienen niveles de expresión muy superiores a los genómicos y por lo tanto la mayoría de las lecturas en crudo presentes en datos de RNAseq pertenecen a estos organelos, además, las mitocondrias se transcriben como ARN policistrónicos lo que hace posible la obtención de genomas casi completos (Forni *et al.*, 2019).

Aunque, la obtención de mitogenomas a partir de genoma completo y RNAseq es factible, la mayoría de flujos de trabajo están orientados a organismos modelo de los cuales se conoce previamente la secuencia de la mitocondria, lo que complica la obtención de estos organelos para especies poco estudiadas como es el caso del cedro. Para cubrir esta necesidad es necesario generar nuevos protocolos y herramientas para la obtención *de novo* de genomas mitocondriales.

El cedro (*Cedrela odorata* L.) es una de las especies de maderas preciosas más importantes de México. Esto lleva a la sobre explotación, saqueo de su hábitat natural y disminuye la distribución de sus poblaciones, a tal grado que se agregó a la lista de la Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres y a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 sobre protección ambiental y especies nativas de flora y fauna como especie sujeta a protección especial (Ruiz-Jiménez *et al.*, 2018). Aun con su importancia como recurso maderable y especie amenazada, existe muy poca información sobre su genoma, plastoma o diversidad genética, en consecuencia, la obtención del mitogenoma representa un aporte al conocimiento científico sobre el cedro, lo que permitirá realizar estudios sobre su filogenia, fitogeografía, diversidad genética y de conservación, entre otros.

En el presente trabajo se ensambló y anotó *de novo* el genoma de la mitocondria del cedro (*Cedrela odorata* L.) a partir de datos de RNAseq. El uso de librerías de RNAseq de cedro (*Cedrela odorata* L.) para el ensamble y anotación del genoma completo de la mitocondria mediante el flujo de trabajo bioinformático propuesto es un método factible y reproducible para la obtención de estos organelos.

MATERIALES Y MÉTODOS:

En el presente trabajo se incluyeron dos plantas de cedro (*Cedrela odorata* L.) sanas, de un año de edad en invernadero. El tejido foliar de tallo fue colectado en tubos de microcentrifuga con RNAlater de la marca Sigma para evitar la degradación de los transcritos y conservado hasta su uso.

En el laboratorio de ADN y Genómicas del Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP se llevaron a cabo los experimentos en el periodo de diciembre de 2019 a junio 2020. El RNA fue obtenido mediante el kit *RNAeasy Plant Mini* y el cDNA se sintetizó con la retrotranscriptasa *Supertranscript III Reverse Transcriptasa*. La calidad fue verificada con bioanalyser 2100. La secuenciación fue realizada en un equipo Miniseq de Illumina con el método comercial *TruSeq Stranded Total RNA* de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

Los adaptadores y las secuencias con PHRED menor a 25 se eliminaron de las librerías. Después, las librerías se alinearon con el genoma mitocondrial de *Citrus sinensis* con numero de acceso NC_037463.1. como de referencia utilizando un alineador de lecturas cortas. Debido a que no está reportado un genoma del género *Cedrela* se utilizó el mitogenoma de la especie más cercana filogenéticamente.

Las lecturas filtradas se ensamblaron *de novo* para la obtención de *contigs* primarios. Se siguió el protocolo de semilla y extensión con tres iteraciones, en el ciclo uno las librerías limpias fueron alineadas contra los *contigs* primarios que funcionaron como genoma de referencia, las lecturas correctamente alineadas se ensamblaron *de novo* y los *contigs* resultantes se utilizaron como referencia para la



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

LITERATURA CITADA

- Chen, S., Zhou, Y., Chen, Y., y Gu, J. 2018. Fastp: An ultra-fast all-in-one FASTQ preprocessor. *Bioinformatics*, 34(17), i884–i890.
- Chen, Z., Zhao, N., Li, S., Grover, C. E., Nie, H., Wendel, J. F., y Hua, J. 2017. Plant Mitochondrial Genome Evolution and Cytoplasmic Male Sterility. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 36(1), 55–69.
- Forni, G., Puccio, G., Bourguignon, T., Evans, T., Mantovani, B., Rota-Stabelli, O., y Luchetti, A. 2019. Complete mitochondrial genomes from transcriptomes: assessing pros and cons of data mining for assembling new mitogenomes. *Scientific Reports*, 9(1), 1–9.
- Gray, M. W. 2014. The pre-endosymbiont hypothesis: A new perspective on the origin and evolution of mitochondria. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 6(3).
- Hiesel, R., von Haeseler, A., y Brennicke, A. 1994. Plant mitochondrial nucleic acid sequences as a tool for phylogenetic analysis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 91(2), 634–638.
- Jacoby, R. P., Li, L., Huang, S., Pong Lee, C., Millar, A. H., y Taylor, N. L. 2012. Mitochondrial Composition, Function and Stress Response in Plants. In *Journal of Integrative Plant Biology* (Vol. 54, Issue 11, pp. 887–906). John Wiley y Sons, Ltd.
- Kozik, A., Rowan, B. A., Lavelle, D., Berke, L., Eric Schranz, M., Michelmore, R. W., y Christensen, A. C. 2019. The alternative reality of plant mitochondrial DNA: One ring does not rule them all. *PLoS Genetics*, 15(8).
- Langmead, B., y Salzberg, S. L. 2012. Fast gapped-read alignment with Bowtie 2. *Nature Methods*, 9(4), 357–359.
- Li, Z., y Xing, D. 2010. Mitochondrial pathway leading to programmed cell death induced by aluminum phytotoxicity in Arabidopsis. *Plant Signaling and Behavior*, 5(12), 1660.
- Ruiz-Jiménez, C. A., de Los Santos-Posadas, H. M., Parraguirre-Lezama, J. F., y Saavedra-Millán, F. D. 2018. Assessment of the extinction risk category of the red cedar (*Cedrela odorata*) in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89(3), 938–949.
- Sang, S., Mei, D., Zaman, Q. U., Liu, J., Cheng, H., Fu, L., Wang, W., Wang, H., y Hu, Q. 2020. An efficient approach for obtaining plant organelle genomes. *Oil Crop Science*, 5(3), 129–135.
- Chen, S., Zhou, Y., Chen, Y., y Gu, J. 2018. Fastp: An ultra-fast all-in-one FASTQ preprocessor. *Bioinformatics*, 34(17), i884–i890.
- Chen, Z., Zhao, N., Li, S., Grover, C. E., Nie, H., Wendel, J. F., y Hua, J. 2017. Plant Mitochondrial Genome Evolution and Cytoplasmic Male Sterility. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 36(1), 55–69.
- Forni, G., Puccio, G., Bourguignon, T., Evans, T., Mantovani, B., Rota-Stabelli, O., y Luchetti, A. 2019. Complete mitochondrial genomes from transcriptomes: assessing pros and cons of data mining for assembling new mitogenomes. *Scientific Reports*, 9(1), 1–9.
- Gray, M. W. 2014. The pre-endosymbiont hypothesis: A new perspective on the origin and evolution of mitochondria. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 6(3).
- Hiesel, R., von Haeseler, A., y Brennicke, A. 1994. Plant mitochondrial nucleic acid sequences as a tool for phylogenetic analysis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 91(2), 634–638.
- Jacoby, R. P., Li, L., Huang, S., Pong Lee, C., Millar, A. H., y Taylor, N. L. 2012. Mitochondrial Composition, Function and Stress Response in Plants. In *Journal of Integrative Plant Biology* (Vol. 54, Issue 11, pp. 887–906). John Wiley y Sons, Ltd.
- Kozik, A., Rowan, B. A., Lavelle, D., Berke, L., Eric Schranz, M., Michelmore, R. W., y Christensen, A. C. 2019. The alternative reality of plant mitochondrial DNA: One ring does not rule them all. *PLoS Genetics*, 15(8).
- Langmead, B., y Salzberg, S. L. 2012. Fast gapped-read alignment with Bowtie 2. *Nature Methods*, 9(4), 357–359.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021**

Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL

25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

- Li, Z., y Xing, D. 2010. Mitochondrial pathway leading to programmed cell death induced by aluminum phytotoxicity in Arabidopsis. *Plant Signaling and Behavior*, 5(12), 1660.
- Ruiz-Jiménez, C. A., de Los Santos-Posadas, H. M., Parraguirre-Lezama, J. F., y Saavedra-Millán, F. D. 2018. Assessment of the extinction risk category of the red cedar (*Cedrela odorata*) in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89(3), 938–949.
- Sang, S., Mei, D., Zaman, Q. U., Liu, J., Cheng, H., Fu, L., Wang, W., Wang, H., y Hu, Q. 2020. An efficient approach for obtaining plant organelle genomes. *Oil Crop Science*, 5(3), 129–135.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

MODELOS DE NICHOS ECOLÓGICO DE *Pinus pseudostrabus* Lindl., INDICAN PÉRDIDAS SIGNIFICATIVAS DE ÁREAS IDÓNEAS AL 2050 DEBIDO AL CAMBIO CLIMÁTICO

ECOLOGICAL NICHE MODELS OF *Pinus pseudostrabus* Lindl., INDICATE SIGNIFICANT LOSSES OF SUITABLE AREAS BY 2050 DUE TO CLIMATE CHANGE

1*Méndez González J, 1Solís Ruíz JG y López-Díaz JOM³

¹Departamento Forestal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Saltillo Coahuila México. C.P. 25315. Autor para correspondencia: jmendezg@hotmail.com ²Estudiante de licenciatura de la carrera de Ingeniero Forestal (UAAAN). ³Estudiante de maestría en ISP (UAAAN).

RESUMEN

Los modelos de nicho ecológico (MNE) y de distribución de especies (MDE) se han utilizado para predecir la probable distribución de las especies bajo escenarios de cambio climático. El objetivo de este estudio fue generar MNE robustos para predecir la distribución actual y futura (2050) de *Pinus pseudostrabus* Lindl., bajo dos escenarios de emisiones de CO₂: drástico (RCP 8.5 W/m²) y moderado (RCP 4.5 W/m²). Se utilizaron registros de presencia de la especie y 15 variables bioclimáticas. El MNE se creó en kuenm, un paquete de R que usa a MaxEnt como algoritmo de modelación. Se crearon un total de 366 modelos candidatos, de los cuales se eligió el mejor acorde a varios criterios calculados con el set de registros independientes de presencia la especie (25%). Según los resultados, la distribución de *P. pseudostrabus* es dependiente de la temperatura media anual (Bio1) y temperatura máxima (Bio5), sus preferencias térmicas son de 11 a 18 °C (Bio 1), pero un incremento de casi 2 °C al año 2050, la hacen una especie altamente vulnerable al cambio climático. Las áreas de mayor idoneidad ubicadas al centro del país (>0.66) podrían disminuir hasta más de 80% si las emisiones de CO₂ al 2050 llegaran a ser drásticas (RCP 8.5), éstas se ubican sobre mayores altitudes, pero son las más susceptibles. Al ser las mayores altitudes y latitudes las más susceptibles al cambio climático, la distribución de esta especie al 2050 podría restringirse a pequeñas regiones del centro del país, menos del 20% de la distribución actual. El MNE generado con tres modelos de circulación general, indica que no se predicen nuevas áreas idóneas para la especie al 2050 en ninguna parte del mundo, lo que sugiere se tomen medidas preventivas a la brevedad posible para su conservación.

Palabras clave: ENM, Maxent, MCG, kuenm, *Pinus pseudostrabus*.

INTRODUCCION

La emisión de gases efecto invernadero hacia la atmósfera debido a las actividades humanas, ha provocado un incremento de temperatura de 1 °C en los últimos años (Infante, 2019). Desafortunadamente, esto está afectando la distribución de las especies (Soberón & Peterson, 2005). Las posibles modificaciones podrían verse reflejadas en los límites de tolerancia fisiológica de las especies, también conocido como amplitud de nicho (Broennimann *et al.*, 2006). Es decir; la distribución de una especie está limitada por restricciones fisiológicas dada su tolerancia ambiental a temperatura y humedad, resultado procesos evolutivos y han determinado su presencia en ciertos lugares (Wiens & Graham, 2005), si una de estas variables excede el grado de tolerancia su ciclo se interrumpe (Gutiérrez y Trejo, 2014).

El área de distribución se define como el espacio geográfico donde una especie está presente e interactúa con el ecosistema (Zunino y Palestrini, 1991). En este sentido, los modelos de nicho ecológico (MNE) y de distribución de especies (MDE) se han utilizado para predecir los cambios probables en la distribución de las especies bajo escenarios de cambio climático (Peterson, 2006). Conceptualizando, el MNE ecológico es un hipervolumen multidimensional en donde engloba a todos los factores bióticos y abióticos con los cuales una especie es capaz de persistir y mantener un tamaño de población estable



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

(Illoldi-Rangel y Escalante, 2008; Soberón *et al.*, 2017). Los MDE son representaciones de la idoneidad de un área para la presencia de una especie en función de las variables empleadas para generar dicha representación (Mateo *et al.*, 2011). Desarrollar MNE y MDE requiere de conocimiento previo de conceptos (Soberón *et al.*, 2017), registros de presencia de la especie, variables predictivas (Busby, 1986) y desde luego del desempeño del algoritmo a utilizar (Elith *et al.*, 2006).

Los bosques templados de México representan 13 % del país (Challenger y Soberón, 2008), en estos ecosistemas, predomina el género *Pinus*, y en el país se cuenta con 49 de las 120 especies de pino descritas (Gernandt y Pérez-de la Rosa, 2014). Es el país con mayor riqueza de especies del género *pinus* (Farjon *et al.*, 1997). *Pinus pseudostrobus* Lindl es una de las especies de pino de importancia en el país (Hernández-Carmona *et al.*, 2003), es originario de México, Guatemala y Honduras, de las más ampliamente distribuidas, en 21/32 estados de México (Aceves-Rangel *et al.*, 2017), solo en Campeche, Tabasco y Yucatán, no existen registros de *Pinus*. Esta especie llega a medir 40 m de altura y diámetro de hasta 80 cm, se distribuye desde 2400 hasta 2800 msnm, donde ocurren entre 800 y 1500 mm de lluvia y temperatura de 18 a 21 °C (Perry, 1991), este mismo autor estableció que las variables de precipitación y temperatura son las que determinan en gran medida la distribución del género *Pinus*.

Quizá por ser una de las especies más importantes en México, por ser de usos múltiples, desde aserrío, resina hasta plantaciones forestales comerciales (Viveros-Viveros *et al.*, 2005) en *P. pseudostrobus* se ha desarrollado modelos de nicho ecológico con diferentes objetivos: Unidades Productoras de Germoplasma (Reynoso *et al.*, 2018; Barrera *et al.*, 2020), Biodiversidad, distribución y estado de conservación (Ramos-Dorantes *et al.*, 2017; Manzanilla *et al.*, 2019) y para estudiar la distribución de especie (Téllez *et al.*, 2004; Cruz-Cárdenas *et al.*, 2016); Aceves-Rangel *et al.*, 2017), la mayoría de estos estudios son a escala local, regional, y solo uno (Cruz-Cárdenas *et al.*, 2016) modela hacia el futuro, pero es a escala local.

En base a lo anteriormente expuesto, el objetivo de este estudio fue generar un modelo de nicho ecológico robusto para determinar la distribución actual de la especie y evaluar el efecto de cambio climático en la distribución futura de la especie utilizando dos escenarios de emisiones de CO₂: drástico (RCP 8.5) y moderado (RCP 4.5).

MATERIALES Y MÉTODOS

En este estudio se emplearon registros de presencia de *P. pseudostrobus*. Para la limpieza de los datos se empleó un análisis de componentes principales (ACP), según Méndez *et al.*, (2021) usando los valores de 15 variables bioclimáticas, las propuestas por Karger *et al.* (2017). Estas se preseleccionaron acorde a Méndez *et al.* (2021) y se utilizaron para predecir la distribución actual y del periodo 2040-2060 (de tres Modelos de Circulación General (MCG) al 2050), para predecir la distribución futura de la especie, usando dos escenarios moderado (RCP 4.5) y drástico (RCP 8.5). El área de calibración (M) se delimitó acorde a Soberón *et al.* (2017), creando un área buffer de 100 km alrededor de cada registro.

Para la modelación, los datos se distribuyeron en '*train*' (entrenamiento) y '*test*' (evaluación), estos últimos obligatoriamente de una fuente independiente. La modelación se realizó en R (R Core Team, 2019) con el paquete kuenm (Cobos *et al.*, 2019), utiliza Maxent como algoritmo de modelación, en el cual se realizan los procesos de creación, calibración y evaluación. Un modelo es un mapa raster (formato raster), con valores de 0 a 1, representando desde cero hasta alta idoneidad para la especie.

El mejor modelo fue seleccionado acorde a: estadístico ROC parcial (Curva Operada por el Receptor) (Peterson y Soberón, 2012), 2) tasa de omisión < 0.05 %, 3) Criterio de Información de Aikaike (AICc) (Smith *et al.*, 2013), 4) curvas de respuesta de la especie a los gradientes ambientales (Morrow *et al.*, 2013) y 5) significancia estadística del modelo, p-values, todos obtenidos con los datos de evaluación.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

La idoneidad del modelo seleccionado se estratificó en baja (<0.33), media (0.33-0.66) y alta (>0.66). Después la idoneidad se binarizó en 1 y 0 para representar idoneidad-no idoneidad climática. El valor de uno (1) se asignó a la idoneidad > 0.33, mientras que el valor de cero (0), correspondió al resto de la idoneidad. A través de álgebra de raster se identificaron áreas potenciales al 2050 utilizando dos escenarios de emisiones de CO₂: drástico (RCP 8.5) y moderado (RCP 4.5).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se colectaron 3,289 registros de la especie, una vez concluida la limpieza de los registros quedaron como resultado 1,000 registros, los cuales fueron agrupados en dos secciones para entrenamiento con 750 (75%) y para evaluación con 250 (25%). Este es el estudio que utilizó más registros, a pesar de usar una resolución de 5 km² (1 registro de presencia por pixel).

Se generaron 366 mapas en formato raster (modelos candidatos). El modelo seleccionado acorde a los criterios previamente establecidos tiene una respuesta cuadrática. Según las pruebas de jackknife las variables y su contribución es de la siguiente forma: Bio1 (Temperatura media anual °C), Bio4 (Temporalidad de la temperatura), Bio5 (Temperatura máxima del mes más cálido °C), Bio7 (Intervalo de temperatura anual), Bio11 (Temperatura media del 1/4 anual más frío °C) y Bio13 (Precipitación del mes más húmedo (mm), con una contribución de 53.9, 11.3, 32, 0.1, 1.3 y 1.5% respectivamente (Cuadro 1).

En modelación debe hacerse sobre toda el área de distribución de la especie (Guisan *et al.*, 2014), de lo contrario, no se incluirá el espectro completo de las tolerancias climáticas de la especie, las variables seleccionadas por el modelo podrían ser las inadecuadas, un perfil bioclimático parcial, la respuesta de las variables no tomaría la forma correcta según la teoría de nichos (Franklin, 2009).

Para modelar la distribución de especies, existen diferentes tipos de variables predictivas: climáticas, edafológicas, topográficas, etc., acorde a la escala de distribución de la especie, es su elección (Willis & Whittaker, 2002; Austin & Van Niel, 2011), y más aún si se hace hacia el futuro. Así mismo, el número de registros y su distribución, aunado al número de variables, hace que los estudios de la misma especie muestren resultados diferentes en cuanto a las variables seleccionadas por el algoritmo.

Por ejemplo, Reynoso *et al.* (2018) y Barrera *et al.* (2020) generaron MNE a escala local para determinar Unidades Productoras de Germoplasma, incluyendo 19 variables bioclimáticas y topográficas, las variables que más contribuyen al modelo fueron: altitud (97.3 %) y Bio 4 (48.1 %) respectivamente, mientras que en este estudio (toda la distribución de la especie), las variables que mejor predicen la idoneidad climática de la especie fueron Bio 1 (53.9 %) y Bio 5 (32.0 %), difiriendo totalmente al presente estudio (Cuadro 1).

Con el mero objetivo de modelar la distribución de esta misma especie (Cruz-Cárdenas *et al.*, 2016; Aceves-Rangel *et al.*, 2017) encontraron que Bio 6 (92.4 %) y Bio 5 (33.0 %), son las que contribuyen principalmente al modelo. Por otro lado, con fines de conservación de la especie, Manzanilla *et al.*, (2019), al generar MNE indican que Bio 1 (41.3 %) es la que más contribuye, coincidente con nuestro estudio, donde Bio 1 (53.9 %) fue la más importante. Mientras que Téllez *et al.* (2004) y Ramos-Dorantes *et al.* (2017) no reportan la contribución de las variables en esta misma especie.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

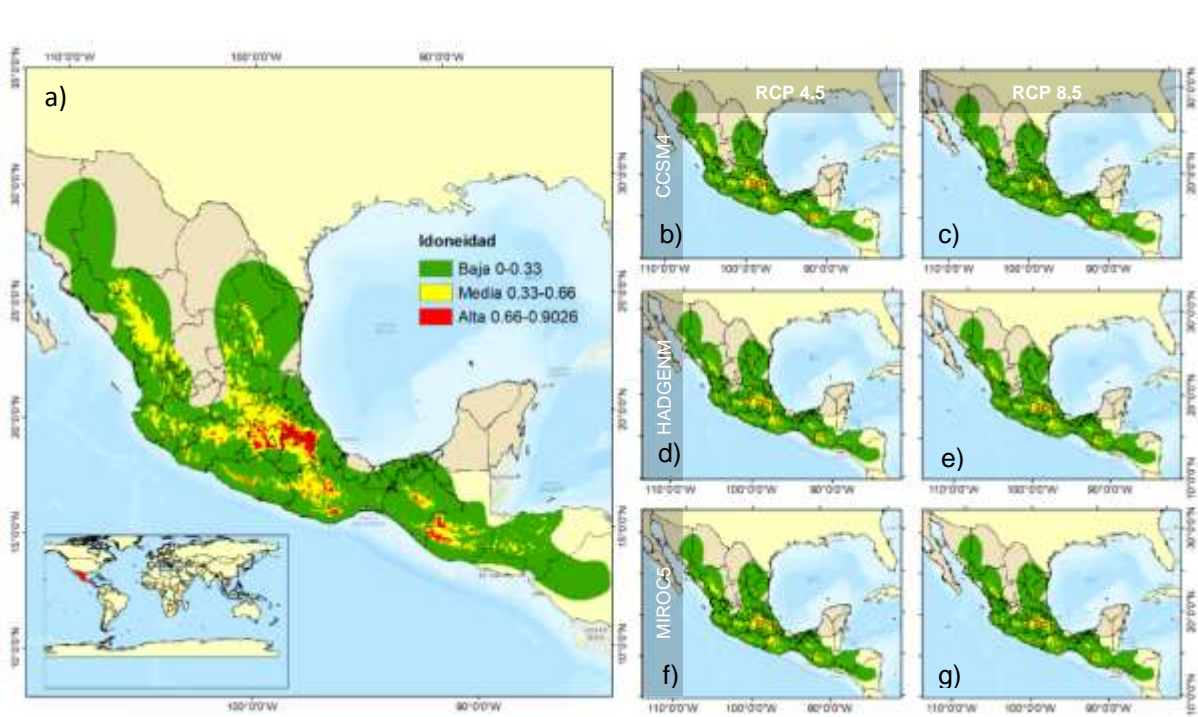


Figura 1. Mapa de idoneidad actual (a) y futura (b a g) para *Pinus pseudostrobus*, estratificado en baja, media y alta, predicha a través de modelos de nicho ecológico utilizando climatologías actuales y con tres modelos de circulación general.

La superficie idónea actual que se estimó para *P. pseudostrobus* es de la siguiente manera: idoneidad alta 33701.17 km², media de 203694.50 km² y baja con una superficie de 1082678.08 km², siendo la idoneidad baja la más predominante contribuyendo con el 82.02% de área de calibración (M), mientras que el área idónea media y alta contribuyen con el 15.43% y 2.55% respectivamente del área de calibración (M). La distribución de las áreas idóneas altas se encuentra ubicadas en los estados de Puebla (7027.57178 km²), Oaxaca (4196.3364 km²) y México (5434.01201 km²), contribuyendo en su conjunto con el 49.41% de total de la superficie con idoneidad alta. La predicción del modelo es buena, pues en las áreas de la distribución actual (Figura 1a) la incertidumbre, obtenido de 10 repeticiones del modelo elegido, es menor de 5% (Figura 1b). Los modelos de nicho existentes en esta especie (a la misma escala), son bastante similares en su distribución actual (Télez *et al.*, 2004; Aceves-Rangel *et al.*, 2017) a pesar de utilizar diferentes variables en la modelación.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

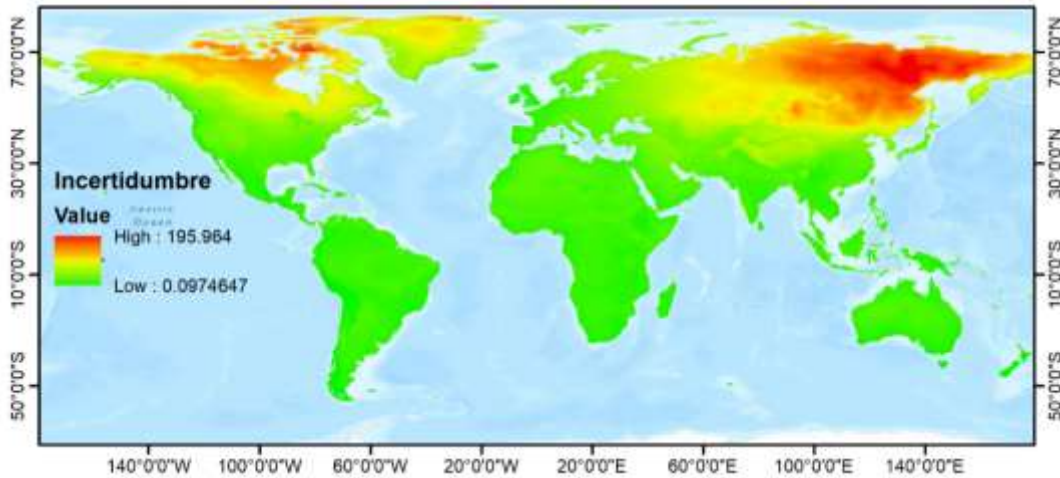


Figura 2. Incertidumbre de modelo representado por el Coeficiente de Variación (%).

Es importante señalar que, de acuerdo al modelo seleccionado, para el año 2050, en México no se predicen nuevas áreas idóneas (NAI) en ningún escenario climático (RCP's) para la especie *P. pseudostrobus*. Por el contrario, se predicen reducciones de las áreas idóneas altas (>0.66) que va desde el 57.43% (CCSM4-RCP 4.5) hasta 81.61% (CCSM4-RCP 8.5); las áreas de idoneidad media (entre 0.33 y 0.66) se podrían reducir desde 30.71% (CCSM4-RCP 4.5) hasta el 57.25% (CCSM4-RCP 8.5), mientras que las áreas de idoneidad baja (<0.33) tienen un aumento desde el 7.98% (CCSM4-RCP 4.5) hasta el 13.72% (CCSM4-RCP 8.5).

En Islandia, el modelo predice nuevas áreas idóneas al 2050, en ambos escenarios drástico (RCP 8.5) y moderado (RCP 4.5) para *P. pseudostrobus* sin embargo al validar la transferencia del modelo según la métrica del MOP (Mobility-Oriented Parity), todas las variables que conformar en nicho ecológico de la especie, quedan fuera del rango $n(G)$ del nicho hipotético de la especie $n(M)$. Es decir; a pesar de predicirse nuevas áreas idóneas, no son válidas, de aquí la importancia de evaluar la transferencia del modelo. A escala local, en esta misma especie, Cruz-Cárdenas *et al.* (2016), encontraron que las áreas idóneas podrían reducirse entre 16 % (2015-2039) y 40% (2075-2099), la temperatura mínima del mes más frío (Bio 6), representa 92.4 % del modelo, estos autores también sugieren que la especie podría migrar hacia mayores altitudes, en este sentido, nuestros resultados indican que las áreas de mayor idoneidad se ubican a mayores altitudes, pero son las que podrían sufrir los cambios más drásticos.

Los resultados de este estudio también muestran una relación positiva muy clara, entre idoneidad y altitud (msnm); es decir, se predice alta idoneidad para la especie *P. pseudostrobus* a mayores altitudes y viceversa.

Téllez *et al.* (2004), reportan tolerancias climáticas entre 6 y 23.3 °C (Bio 1), dentro de los rangos encontrados en este estudio, percentil 5 y 95 (Tabla 1). En Bio 5, Aceves-Rangel *et al.* (2017) indican que la especie total entre 15.9 a 33.6 °C (Bio 5), más amplio al perfil de este estudio (Tabla 1). No obstante, las tolerancias (mínimos y máximos) son menos importantes que las preferencias: Las diferencias pueden ser debidas a registros atípicos incluso pertenecer a otra especie de aquí la importancia de la limpieza exhaustiva de los registros de presencia de la especie. Las preferencias de esta especie encontradas aquí son de 11 a 18 °C (Bio 1), según la variable de mayor contribución, seleccionada por el algoritmo implementado en kuenm.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

Cuadro 1. Contribución de variables al modelo de *Pinus pseudostrobus* y perfil bioclimático actual.

Var.	Contr.	Media	I. C. (media)	0.05	0.1	0.25	Mediana	0.75	0.9	0.95	Rango	DE	C.V.
Bio 1	53.9	147.8	±1.07	108.7	118.5	132.2	147.2	164.1	177.4	186.5	173.4	23.6	0.2
Bio 4	11.3	2129.6	±43.73	1056.5	1146.9	1561.9	1816.9	2340.7	3778.5	4073.3	4957.5	954.8	0.5
Bio 5	32.0	233.2	±1.32	188.3	197.5	212.5	233.2	253.8	269.8	277.3	225.6	28.8	0.1
Bio 7	0.1	179.7	±1.47	134.4	138.1	158.1	176.1	198.5	224.8	240.3	189.1	32.1	0.2
Bio 11	1.3	113.7	±1.26	67.4	80.7	97.6	114.2	130.6	148.5	159.2	206.7	27.6	0.2
Bio 13	1.5	223.6	±3.86	96	114	163	223	282	323	358	739	84.2	0.4

Donde: Contr. = contribución de la variable acorde a la prueba de jackknife, I. C. = Intervalo de confianza, 0.05, ..., 0.95 = Cuantiles, DE = desviación estándar, CV = coeficiente de variación.

CONCLUSIONES

Para crear un modelo robusto es necesaria una exhaustiva limpieza de los registros, una rigurosa selección de variables predictivas, generar varios modelos y optimizar los parámetros del algoritmo, de lo contrario es altamente probable que el modelo no sea significativo. En este estudio, se contribuye al conocimiento de la especie generando un modelo de nicho ecológico robusto en toda el área de distribución de la especie. Esta especie es altamente dependiente de la temperatura: temperatura media anual, °C (Bio1), y de la temperatura máxima del mes más cálido (Bio 5). *Pinus pseudostrobus* es altamente vulnerable al cambio climático, bajo escenarios drásticos de emisiones de CO₂ al 2050 (RCP 8.5), las áreas de alta idoneidad (>0.66), ubicadas sobre mayores altitudes podrían reducirse hasta en más de 80%, esto es debido a los casi 2 °C estimados por los MCG al 2050, sobre el área de distribución actual de la especie (M). Es de suma importancia evaluar la transferencia del modelo, puesto que no siempre las áreas predichas en otros lugares, son idóneas para la especie, como ocurrió aquí. Es altamente probable que las áreas idóneas actuales para la especie se reduzcan considerablemente al año 2050, más aun, ni en México ni en ningún parte del mundo se predicen nuevas áreas idóneas, por lo que se sugiere tomar a la brevedad posible medidas preventivas de conservación de la especie.

LITERATURA CITADA

- Aceves-Rangel, L. D., Méndez-González, J., García-Aranda, M. A., y Nájera-Luna, J. A. (2018). Distribución potencial de 20 especies de pino en México. *Agrociencia*, 52(7), 1043–1057.
- Austin, M. P. & Van Niel, K. P. (2011). Improving species distribution models for climate change studies: variable selection and scale. *J. Biogeogr.* 38, 1–8.
- Barrera, R. R., González, C. R., Treviño, G. E. J., Vargas, L. B. & Lopez, A. R. (2020). Áreas potenciales para establecer Unidades Productoras de Germoplasma Forestal con dos variedades de *Pinus pseudostrobus* en México. *Bosque*, 41(3), 277–287.
- Broennimann, O., Thuiller, W., Hughes, G. O., Midgley, G. F., Alkemade, J. R. M. & Guisan, A. (2006). Do geographic distribution, niche property and life form explain plants' vulnerability to global change? *Global Change Biology*, 12(6), 1079-1093.
- Busby, J. R. (1986). A biogeoclimatic analysis of *Nothofagus cunninghamii* (Hook.) Oerst. In southeastern Australia. *Aust. Ecol.* 11, 1–7.
- Challenger, A. y Soberón, J. (2008). Los ecosistemas terrestres. In Capital Natural de México; Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad: Conabio, México.
- Cruz-Cárdenas, G., López-Mata, L., Silva, J. T., Bernal-Santana, N., Estrada-Godoy, F., y López-Sandoval, J. A. (2016). Modelado de la distribución potencial de especies de Pinaceae bajo escenarios de cambio climático en Michoacán. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 22(2), 135–148.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

- Elith, J., Graham, C. H., Anderson, R. P., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R. J., Huettmann, F., Leathwick, J. R., Lehmann, A. (2006). Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29, 129–151.
- Franklin, J. (2009). *Mapping Species Distributions: Spatial Inference and Prediction*; Cambridge University Press: Cambridge, UK.
- Gernandt, D. y Pérez-de la Rosa, J. (2014). Biodiversidad de Pinophyta (coníferas) en México. *Rev. Mex. Biodivers*, 85, 126–133.
- Guisan, A., Petitpierre, B., Broennimann, O., Daehler, C. & Kueffer, C. (2014). Unifying niche shift studies: Insights from biological invasions. *Trends Ecol. Evol.*, 29, 260–269.
- Gutiérrez, E. y Trejo, I. (2014). Efecto del cambio climático en la distribución potencial de cinco especies arbóreas de bosque templado en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(1), 179–188. <https://doi.org/10.7550/rmb.37737>
- Hernández-Carmona, O., García-Ramírez, E. O. & Hernández-Mendizábal, L. (2003). Variación en semillas de cinco procedencias de *Pinus pseudostrobus* Lindl. *Foresta Veracruzana*, 5(2), 23–28.
- Illoldi-Rangel, P. y Escalante, T. (2008). De los modelos de nicho ecológico a las áreas de distribución geográfica. *Biogeografía*, 7–12.
- Infante, M. J. N. (2019). El nuevo multilateralismo frente al cambio climático: el alcance global y nacional del acuerdo de París. El cambio climático, un problema de todos. Universidad Cooperativa de Colombia. Bucaramanga, Colombia. 11 p.
- Karger, D. N., Conrad, O., Böhner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria, A.R., Zimmermann, N. E., Linder, H. P. & Kessler, M. (2017). Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. *Sci. Data*, 4, 1–20.
- Manzanilla, Q. U., Delgado, V. P., Hernández, R., J., Molina, S. A., García, M. J. J. y Rocha, G. Ma. del C. (2019). Similitud del nicho ecológico de *Pinus montezumae* y *P. pseudostrobus* (Pinaceae) en México: implicaciones para la selección de áreas productoras de semillas y de conservación. *Acta Botanica Mexicana*, 126), 1–22.
- Mateo, R. G., Felicísimo, Á. M., y Muñoz, J. (2011). Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. *Revista Chilena de Historia Natural*, 84(2), 217–240.
- Méndez-Encina, F. M., Méndez-González, J., Mendieta-Oviedo, R., López-Díaz, J. Ó. M., & Nájera-Luna, J. A. (2021). Ecological Niches and Suitability Areas of Three Host Pine Species of Bark Beetle *Dendroctonus mexicanus* Hopkins. *Forests*, 12(4), 385.
- Merow, C.; Smith, M.J.; Silander, J.A. (2013). A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: What it does, and why inputs and settings matter. *Ecography*, 36, 1058–1069.
- Perry, J. P. (1991). *The Pines of Mexico and Central America*. Timber Press. Portland, Oregon, E.U.A. 137-140 p
- Peterson, A. T. & Soberón, J. (2012). Species distribution modeling and ecological niche modeling: Getting the Concepts Right. *Natureza a Conservacao*, 10(2), 102–107.
- Peterson, A. T. (2006). Uses and requirements of ecological niche models and related distributional models. *Biodiversity Informatics*, 3, 59–72.
- R Core Team. (2019). *The R program for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. [https:// www.R-project.org/](https://www.R-project.org/) (January 2021)
- Ramos-Dorantes, D. B., Villaseñor, J. L., Ortiz, E., & Gernandt, D. S. (2017). Biodiversity, distribution, and conservation status of Pinaceae in Puebla, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(1), 215–223.
- Reynoso, S. R., Pérez, H. M. de J., López, B. W., Hernández, R. J., Muñoz F. H. J., Vidal Cob Uicab, J., & Reynoso, S. M. D. (2018). El nicho ecológico como herramienta para predecir áreas potenciales de dos especies de pino. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(48), 47–70.
- Smith, S.E.; Mendoza, M.G.; Zúñiga, G.; Halbrook, K.; Hayes, J.L.; Byrne, D.N. (2013). Predicting the distribution of a novel bark beetle and its pine hosts under future climate conditions. *Agric. For. Entomol.*, 15, 212–226.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

- Soberón, J. & Peterson, T. A. (2005). Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. *Biodiversity Informatics*, 2, 1–10.
- Soberón, J., Osorio, O. L. y Peterson, A. T. (2017). Diferencias conceptuales entre modelación de nichos y modelación de áreas de distribución. *Rev. Mex. Biodivers.* 2017, 88, 437–441.
- Téllez, V. O., Chávez, H. Y. M. Tagle, Ch. A. G. y Gutiérrez G. M. V. (2004). Modelado bioclimático como herramienta para el manejo forestal: estudio de cuatro especies de *Pinus*. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 29(95), 61–82.
- Viveros-Viveros, H., Sáenz-Romero, C., López-Upton, J. y Vargas-Hernández, J. J. (2005). Variación genética altitudinal en el crecimiento de plantas de *Pinus pseudostrobus* Lindl. en campo. *Agrociencia*, 39(5), 575–587.
- Wiens, J. J. & Graham, C. H. (2005). Niche conservatism: integrating evolution, ecology, and conservation biology. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 36, 519-539.
- Willis, K. J. & Whittaker, R. J. Species diversity-scale matters. *Science* 2002, 295, 1245–1248.
- Zunino, M. & Palestini, C. (1991). El concepto de especie y la biogeografía. *Anales de Biología*, 17, 85-88.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

**MODELOS DE ALTURA DOMINANTE PARA *Pinus pseudostrabus* Lindl. EN OCAMPO,
MICHOCÁN**

DOMINANT HEIGHT MODELS FOR *Pinus pseudostrabus* Lindl. IN OCAMPO, MICHOCAN

¹Hernández-Martínez AJ, ²Hernández-Ramos J, ³Quiñonez-Barraza G, ⁴Sánchez-Concha R,
²García-Cuevas X, ⁵Velarde Ramírez JC.

¹Prestador Independiente de Servicios Profesionales Forestales. Ocampo, Michoacán, México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Campo Experimental Chetumal. Chetumal, Quintana Roo, México. ³INIFAP-Campo Experimental Valle del Guadiana.

Durango, Durango, México. ⁴Asesoría y Servicio Ambientales y Forestales S.A. de C.V., Uruapan, Michoacán, México. ⁵Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez", Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Uruapan, Michoacán.

Autor para correspondencia: ajhmtz@gmail.com

RESUMEN

Curvas de índice de sitio fueron construidas para la especie de *Pinus pseudostrabus* Lindl. en rodales naturales del Ejido El Paso, Ocampo, Michoacán, México. Los datos se recolectaron por medio de análisis troncales. La muestra fue de 679 pares de datos de altura dominante-edad, provenientes de 37 árboles distribuidos en el área de estudio. La técnica de Diferencia Algebraica fue usada para ajustar los modelos de Levakovic II, Hossfeld IV y Chapman-Richards. Para generar las curvas polimórficas, de las ecuaciones se despejó el parámetro específico del sitio β_1 y la expresión se sustituyó en la ecuación base. Los modelos fueron evaluados mediante los estadísticos de bondad de ajuste de suma de cuadrados del error (SCE), raíz del cuadrado medio del error (RCME), coeficiente de determinación ajustada (R^2_{ajus}) y criterio de información de Akaike (AIC), mientras que, la precisión fue evaluada a través del sesgo promedio absoluto (E). El modelo de Chapman-Richards mostró los mejores estadísticos de bondad de ajuste y fue utilizado para construir las curvas de índice de sitio de tipo polimórficas a una edad base de 50 años. Las tendencias de las curvas de índice de sitio (15 m, 20 m, 25 m, 30 m, 35 m y 40 m) cubrieron la mayor parte de las trayectorias individuales del crecimiento en altura de los árboles evaluados.

Palabras clave: *diferencia algebraica, índice de sitio, productividad forestal.*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

RELACION DEL PODER CALORÍFICO, LIGNINA Y EXTRACTOS DE *Pinus patula*

RELATIONSHIPS BETWEEN HEATING VALUE, LIGNIN AND EXTRACTIVES OF *Pinus patula*

¹*Apolinar Hidalgo F, ¹Honorato Salazar JA, ¹Colotl Hernández G.

¹Campo Experimental San Martinito, INIFAP. Tlahuapan, Puebla, C.P. 74100, México.
Autor para correspondencia: apolinar.flora@inifap.gob.mx

RESUMEN

Los pinos son uno de los recursos naturales más importantes para México, y la madera para aserrar es el producto más destaca. En el proceso de aserrío, del 40 al 50% de la madera en rollo es de aserrín y costeras que pueden utilizarse para la producción de energía; sin embargo, se desconocen muchas de las propiedades químicas y energéticas de la madera de las especies de pino, por lo que el objetivo de este trabajo fue determinar el poder calorífico, lignina y contenido de extractivos en etanol-benceno y etanol de la madera de *Pinus patula* con el fin de conocer sus cualidades energéticas. Se colectaron muestras de seis árboles en Ixtlán de Juárez, Oaxaca. Las muestras fueron astilladas y molidas en un molino tipo Thomas Willey para posteriormente tamizarlas en mallas del número 40 (0.424 mm) y 60 (0.250 mm). El material retenido en la malla número 60 es el que se utilizó para los análisis de lignina y extractos, y la retenida en la malla número 40 para el análisis del poder calorífico. Se utilizaron las normas TAPPI (T204, T264 y T222), ASTM (E711) y el manual de procedimientos Parr (Parr, 1999). Se realizó un análisis de varianza, seguido de una comparación múltiple de medias con el procedimiento Tukey ($\alpha=0.05$), usando el programa estadístico (SAS, 2000). Los resultados del análisis indicaron diferencias significativas en el poder calorífico, lignina, extractivos y contenido de humedad. Los valores promedio para los 6 árboles de *Pinus patula* fueron de 17.05 a 19.09 MJ/kg para poder calorífico, de 25.58 a 31.81 % de lignina, de 1.73 a 3.66 % de extractos en etanol-benceno, de 0.14 a 0.41% de extractos en etanol y un contenido de humedad de 7.97 a 8.71 %. De acuerdo con los resultados de poder calorífico, lignina y extractos, la madera de *Pinus patula* presenta propiedades adecuadas para su uso energético.

Palabras clave: Poder calorífico, lignina, extractos, *Pinus*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**LOS DÉFICIT DE HUMEDAD EN LAS ZONAS PRODUCTORAS DE PALMA DE ACEITE DEL
ESTADO DE TABASCO Y SU PROBABILIDAD DE OCURRENCIA**

**THE WATER DEFICIT IN TABASCO STATE OIL PALM PRODUCING AREAS AND THEIR
LIKELIHOOD OF OCURRING**

¹Aceves Navarro LA, ²Arrieta Rivera A, ¹Juárez López JF

¹Colegio de Postgraduados - Campus Tabasco, Periférico Carlos A. Molina S/N, C.P. 86500. H. Cárdenas, Tabasco, México.

²Tecnológico Nacional de México/IT de la Zona Olmeca, Prolongación Ignacio Zaragoza S/N, Villa Ocuilzapotlán, Centro, Tabasco, México.

Autor para correspondencia: [laceves@colpos.mx](mailto:lanceves@colpos.mx)

RESUMEN

El déficit de humedad es el principal factor que reduce los rendimientos de palma de aceite en el mundo. En las zonas productoras de palma de aceite en el estado de Tabasco ocurren déficits de humedad todos los años de diferente magnitud en la época seca. Esto ocasiona una enorme variación en los rendimientos de aceite año con año, en plantaciones bajo condiciones de temporal. El objetivo del presente estudio es analizar cómo se han desarrollado históricamente esos déficits, qué función probabilística les ajusta y cuál es el posible impacto económico a diez años, de seguir produciendo bajo condiciones de temporal. Para determinar el déficit hídrico anual (DHA) se utilizaron datos climatológicos históricos de precipitación y temperatura diaria con registros de al menos 20 años, de 7 estaciones climatológicas representativas de las 2 subregiones productoras de palma de aceite en el estado de Tabasco. Asimismo, se obtuvieron datos de las propiedades físicas de los tipos de suelos predominantes en las áreas productoras. Los resultados muestran que 9 de cada 10 años el productor de Teapa dejará de recibir al menos, \$1,422 por año y por hectárea, mientras que en Jalapa dejará de recibir \$11,051, debido a los déficits de humedad, que ocurren al cultivar palma de aceite bajo condiciones de temporal. Eso implica que en un periodo de 10 años los productores de Teapa dejaran de recibir al menos \$12,798 por hectárea y los de Jalapa \$99,459. Los resultados que se muestran en este trabajo, dan pauta para que el productor de un determinado municipio realice un análisis financiero de la conveniencia de solicitar o no crédito para la adquisición de un sistema de riego que elimine dichos déficits y estime el tiempo de amortización de dicha inversión.

Palabras clave: *Balance hídrico, pérdidas económicas, periodos de retorno.*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

ESTUDIO DEL SISTEMA RADICAL Y DE LA NODULACIÓN DE LA LEGUMINOSA *Crotalaria*

STUDY OF THE RADICAL SYSTEM AND NODULATION OF THE LEGUMINOUS *Crotalaria*

¹Trujillo-Narcía A y ²Rivera-Cruz MC

¹Cuerpo Académico Energía y Medioambiente. Programa Educativo Químico Farmacéutico Biología. Universidad Popular de la Chontalpa. Carretera Cárdenas-Huimanguillo km 2, Ra. Paso y Playa. CP 86500, Cárdenas, Tabasco, México.

²Laboratorio de Microbiología Agrícola y Ambiental. Colegio de Postgraduados *Campus* Tabasco, Periférico Carlos A. Molina s/n km 3.5, 86570 H. Cárdenas, Tabasco, México

*Autor para correspondencia: atrujillonarcia@gmail.com

RESUMEN

Durante febrero a septiembre de 2020 se realizó en campo un experimento completamente al azar con arreglo bifactorial, el factor 1 fue la especie de la leguminosa *Crotalaria*, y el factor dos el tiempo de muestreo (mes). La raíz y nódulos, de cuatro especies de la leguminosa, se extrajeron de núcleos de suelo de 0.5 x 0.5 m de área y 0.3 m de profundidad, las colectas fueron efectuadas los días 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 y 242 después de la siembra. Las raíces se lavaron y pesaron, y se contaron los nódulos. Las cantidades de raíz y de nódulos, entre especies y tiempo, registraron diferencias estadísticas (Tukey, $p \leq 0.05$). La mayor cantidad de raíz seca el día 30 fue 0.43 g en *Crotalaria* sp, los días 120 y 210 aumentó de 25.97 a 28.81 g en *C. incana* y en *C. longirostrata*, aumentó 60 y 67 veces, respectivamente. La lluvia abundante de finales de agosto y también septiembre originó marchitamiento de la planta, la raíz necrosó y disminuyó la biomasa por la descomposición. En cuanto a la cantidad de nódulos/especie registró la misma tendencia creciente a través del paso del tiempo. *Crotalaria* sp formó 157 nódulos el día 30 y aumentó a 1254 nódulos el día 120. La mayor cantidad de nódulos se extrajo el día 242, fueron 1616 nódulos en formado en el sistema radical de *C. incana*. La relación entre cantidad de raíz *versus* cantidad de nódulos fue positiva. *C. incana* fue la especie silvestre con mejor beneficio simbiótico.

Palabras clave: *biomasa, incana, longirostrata, raíz, retusa.*



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE DURAMEN Y ALBURA DE *Acacia gaumeri* Bake PROVENIENTE DE YUCATAN, MEXICO

CHEMICAL COMPOSITION OF HEARTWOOD AND SAPWOOD OF *Acacia gaumeri* Bake from YUCATAN, MEXICO

^{1*}Apolinar Hidalgo F, ¹Aguilar Sánchez P, ¹Honorato Salazar JA, ¹Carrillo Ávila N.

¹Campo Experimental San Martinito, INIFAP. Tlahuapan, Puebla, C.P. 74100, México.
Autor para correspondencia: apolinar.flora@inifap.gob.mx

RESUMEN

La composición química de la madera no se puede determinar con precisión para una especie o para un árbol determinado, la composición varía con la parte del árbol (raíz, tallo o rama), entre coníferas y latifoliadas, en la ubicación geográfica, clima y condiciones del suelo (Pettersen, 1984). Los productos que pueden obtenerse y derivarse de la madera dependen de su composición química. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue determinar, lignina, holocelulosa, α -celulosa hemicelulosa y extractos en etanol-benceno, etanol y en agua de *Acacia gaumeri* Bake. Las determinaciones se realizaron con los procedimientos de las normas TAPPI y ASTM, las muestras se prepararon de acuerdo con la norma TAPPI T264 y la cuantificación de extractos en etanol-benceno, etanol y agua se realizó con la norma TAPPI T204, la determinación de lignina con la norma T222 y las norma ASTM se utilizaron para la determinación de α -celulosa (D1103) y Holocelulosa (D1104), la hemicelulosa se calculó por diferencia de porcentaje. Se aplicó un análisis de varianza a los datos obtenidos, seguido de una comparación múltiple de medias (Tukey $\alpha=0.05$), usando el programa (SAS, 2000). Los resultados del análisis indicaron diferencias significativas ($p\leq 0.05$) en contenido lignina, holocelulosa, α -celulosa, hemicelulosa, en extractos en etanol y agua. Los valores promedio para las muestras de *Acacia gaumeri* Bake fueron de 20.32 a 22.14% para lignina, 62.81 a 64.77 % de holocelulosa, 40.41 a 40.41% de α -celulosa, 21.17 a 23.88% de hemicelulosa y 14.21 a 14.77% de extractos totales.

Palabras clave: *lignina, α -celulosa, hemicelulosa, extractos*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**EVALUACIÓN PRELIMINAR DE NUTRIMENTOS, NANOPARTICULAS Y ÁCIDO GIBERÉLICO EN
EL CRECIMIENTO DE PATRONES DE CACAO**

**PRELIMINARY EVALUATION OF NUTRIENTS, NANOPARTICLES AND GIBBERELIC ACID IN
THE GROWTH OF COCOA PATTERNS**

Urbano Cruz M A¹, Azpeitia Morales A^{2*}, ³Barrientos Juárez E, ⁴Abarca Córdova J, ⁴Vázquez Hernández L.

¹Tesista del Instituto Tecnológico de Huimanguillo, ²Investigador del INIFAP en el Campo Experimental Huimanguillo. ³Investigador del INIFAP en el campo experimental La campana, Chihuahua, ⁴Profesores-Investigadores del Instituto tecnológico de Huimanguillo.
Autor para correspondencia: azpeitia.alfonso@inifap.gob.mx

RESUMEN

La producción en México de grano de cacao seco es de 29,445 t, con un rendimiento promedio de 500 kg ha⁻¹. En Tabasco existen 40,923.26 ha, donde se producen 18,298 t, y en Chiapas hay 18,475.90 ha que producen 9,870 t. En la actualidad, la mayoría de las plantaciones ha rebasado su vida productiva, muchas de ellas con más de 90 años. El cacao generalmente es propagado por semilla, sin embargo, es ideal establecer plantaciones clonales a través de injerto para incrementar rendimiento y calidad de grano. Esta practica es limitada debido a que se requiere cerca de un año en vivero para la producción de un patrón y su injertación. Actualmente la investigación en nutrición de patrones de cacao es escasa, por lo que el presente trabajo tuvo como objetivo: evaluar diferentes fertilizantes compuestos incluyendo nanopartículas y ácido giberélico (AG₃) para reducir el periodo de cultivo de plantas de patrones de cacao. Los resultados mostraron que una de las variables medidas más importantes lo constituye el diámetro del tallo ya que este es el indicador principal para realizar los injertos de cacao. Aplicaciones foliares cada 30 días de fertilizante compuesto 10-10-43 en una dosis baja de 250 mg en 500 ml de agua, permitió desarrollar patrones propicios para la injertación con un diámetro del tallo de aproximadamente 5 mm a los 60 días y a los 120 días alcanzaron un diámetro superior a los 6 mm. Los tratamientos con nanopartículas y AG₃ son funcionales, pero hasta los 120 días. Los resultados mostraron con el uso del fertilizante compuesto 10-10-43 es posible acortar el periodo de cultivo de 12 meses a nueve meses, considerando tres meses para la formación de patrones y seis meses del crecimiento del injerto.

Palabras clave: *Theobroma cacao L., fertilizantes compuestos, patrones de cacao*



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

INDICADORES MORFOLÓGICOS, FENOLÓGICOS Y FISICOQUIMICOS EN CLONES NUEVOS DE
CACAO

MORPHOLOGICAL, PHENOLOGICAL AND PHYSICOCHEMICAL INDICATORS IN NEW COCOA
CLONES

¹*Rivera Torrez, Diana L; ¹García Alamilla, Pedro; ¹Lagunes Gálvez, Laura M; ²Azpeitia Morales
A

¹*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División académica de ciencias agropecuarias. Carr.
Villahermosa-Teapa km.25. ² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias,
Campo Experimental Huimanguillo, Huimanguillo, Tabasco, México.

*1lauratorrezrivera95@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de la investigación es evaluar la fenología reproductiva de ocho nuevos clones de cacaos generados en el banco de germoplasma del INIFAP Campo experimental Huimanguillo Tabasco *T. cacao* L., denominadas: CAEHUI (UF 613 x IMC 67), CANEK (RIM 75 x SPA 9) CHAK (RIM 76A x EET 48), CHIBOLÓN (UF 613 x Pound 7) K'IN (CC 226 x IMC 67) OLMECA (RIM 76A x EET 400) TABSCOOB (RIM 76A x EET 48 x PA 169) SUPREMO (UF 613 x IMC 67) además de un clon testigo denominado CARMELO. Se evaluaron 6 descriptores morfológicos en frutos maduros, de acuerdo a la Unión internacional para la protección de las obtenciones vegetales *Theobroma cacao* L. (2011), así como su fenología floral (n=225). Se determinó el contenido de fenoles y flavonoides totales, en equivalentes de ácido gálico (GAE) y catequina (QE) respectivamente, utilizando técnicas espectrofotométricas, así como un análisis fisicoquímico en cotiledones de granos seco. Los valores referentes a productividad mostraron promedios ≥ 38 en granos por mazorca ≥ 138 para peso de granos en cinco de los clones evaluados mayor al clon control, con respecto a la fenología reproductiva desde la aparición del botón floral, hasta la apertura del mismo, fue de aproximadamente 35 días para ocho clones sin embargo, CAEHUI presento un periodo tardío de 42 días con crecimiento longitudinal y diámetro ecuatorial de 7.43 mm y 4.38 mm respectivamente. El clon CAEHUI presento valores de 62.59 mg GAE g⁻¹ para polifenoles y para flavonoides el clon CANEK presento 18.50 mg EQ/g mayor que el clon control obteniendo diferencias altamente significativas, ($p \leq 0,05$).

Palabras clave: *Biología floral; contenido fenólico; granos de cacao; clones; producción*

INTRODUCCION

México posee tres de las variedades importantes de cacao; criollo, forastero y trinitario, de las cuales dos de estas se clasifican como precursores de cacaos finos de aroma. Estos cacaos destacan como generadores de impacto social, alto poder alimenticio, sabor, origen y calidad. Actualmente se buscan que apartir de cruza o generadores de nuevos clones, proporcione atributos sensoriales de calidad, resultados benéficos de producción, resistencia a enfermedades y características fenotípicas definidas. Existen diferencias cualitativas y cuantitativas en los atributos físicos y composición química utilizadas como estándares de calidad en granos de cacao así como las diferencias presentadas en el desarrollo, producción y biología floral de estos. Es importante conocer los procesos biológicos y reproductivos en plantas de cacao debido a que permiten la introducción de modelos de predicción de la distribución futura de especies en función de la fenología (Márquez *et al* 2010), las características de floración y fructificaron en cada planta varía entre especie (Sari *et al* 2015), además de ser precedida por la de los botones florales y culminando con la madurez de la mazorca. De igual forma dentro de los parámetros de calidad en frutos se contemplan las características físicas como tamaño, peso, grosor de cascara,



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

color y contenido de grasa. López *et al*, (2018) realizó un estudio de la biología floral en cinco variantes biológicas de *T. cacao* L., presentándose pequeñas variaciones entre cada uno de ellos.

En cuanto a la composición química en granos de cacao, la actividad antioxidante (ácidos fenólicos y flavonoides) esta relacionada con algunas características del color, sabor, valor nutricional y funcional, el contenido de antioxidantes en cacao depende de algunos factores entre ellos el genotipo. En un estudio realizado encontraron que los contenidos totales de estos compuestos dependían del genotipo, tanto en grano fresco como fermentado Niemenak *et al*, (2006). Sin embargo, las formaciones de ácidos libres no dependen del genotipo (Tagro *et al*, 2008). Avendaño *et al*, (2021) evaluó la actividad antioxidante en genotipo *Theobroma* L., y observó que el grado de domesticación de las especies influye en el contenido de fenoles y actividad antioxidante. Además de que se distinguieron relaciones filogenéticas entre especies y genotipos evaluados.

El objetivo general de este trabajo es evaluar el comportamiento fenológico reproductivo de ocho nuevos clones más un clon testigo y la morfología en frutos maduros de cacao, así como su composición fisicoquímica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Variables para botones florales: Para la presente investigación de carácter descriptivo sobre la fenología reproductiva, se evaluaron los clones CAEHUI, CANEK, CHAK, CHIBOLÓN, K'IN, OLMECA, TABSCOOB, SUPREMO, además de un clon testigo CARMELO, en el campo experimental Huimanguillo Tabasco, en área del jardín del germoplasma de cacao, situada geográficamente a 17°47'07.9"N y 92°57'20.0"W (INEGI, 2018). Se identificaron al azar 5 botones florales sin considerar la posición en el árbol (n=225 botones florales) la medición se realiza vernier digital la longitud del botón, y diámetro del botón floral, en un lapso de tiempo de 30- 35 días desde que el botón floral nace hasta que ocurre la apertura del mismo.

Variables morfológicas del fruto de acuerdo a la Unión internacional para la protección de las obtenciones vegetales *Theobroma cacao* L UPOV): Se analizaron 6 variables morfológicas: peso de la mazorca, longitud de la mazorca, diámetro de la mazorca, grosor del exocarpio, número de semillas, peso de semillas, características con respecto a la producción. La información se analizó determinando estadísticas descriptivas de todos los datos obtenidos para cada variable, realizando curvas de crecimiento con promedios de 25 botones florales y 20 frutos por variedad de cacao.

Análisis fisicoquímicos: El Contenido de humedad se realizó mediante la técnica de (AOAC 2015, 934.01), extracto etéreo (AOAC 1990, 920.39), sólidos solubles totales se midieron con un refractómetro, de igual forma para la medición pH de mucilago y cotiledón se realizó de acuerdo a Senanayake *et al*, (1997). La acidez total se realizó de acuerdo con 970.21 y 942.15 de la AOAC Horwitz y Latimer, (2005), las mediciones se expresan directamente de la lectura del potenciómetro previamente calibrado con buffer de 4.0 y 7.0

Determinación de flavonoides y polifenoles: Los fenoles se determinaron por el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu reportado por Singleton y Rossi (1965) modificado por Othman *et al*, (2007). La absorbancia fue registrada a 725 nm en un espectrofotómetro (Thermo Scientific G 105 UV-Vis china), los resultados se expresan como equivalentes de ácido gálico (mg GAE g₋₁).

El contenido de flavonoides fue determinado utilizando el método descrito por Zhishen *et al*, (1999) con ligeras modificaciones descrito por Thangaraj (2016). La absorbancia de la solución final fue determinada a 410 nm contra un blanco de la reacción utilizando un espectrofotómetro (Thermo Scientific G 105 UV-Vis china). Se preparó una curva de calibración con quercetina a partir de una solución de trabajo de 0 a 100 µg/mL. El contenido de flavonoides de los extractos fue expresado como mg equivalentes a quercetina/g de muestra.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021

Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL

25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

Análisis estadísticos: Las mediciones se realizaron por triplicado usando un diseño completamente al azar, Los resultados se sometieron a un análisis de varianza y comparación de medias Anova ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de los botones florales: El periodo de tiempo desde la aparición del botón floral hasta la apertura del mismo fue entre 30 a 35 días (Fig.1 y 2.) lo cual coincide con lo reportado por López *et al*, (2018). El crecimiento longitudinal en el clon CAEHUI presentó un valor promedio de 7.43 mm y 4.38 mm de diámetro ecuatorial en un periodo de 42 días siendo este el material más tardío, sin embargo los siguientes clones comprenden un periodo de 35 días, los que destacan CHAK con 7.39 mm de longitud y 4.22 mm diámetro ecuatorial, seguido de CANEK con 7.31 mm y 3.65, respectivamente. Un estudio reportado por López *et al*, (2018), Destaca que el criollo Carmelo presentó promedios de 24.94 mm y 11.27 mm de longitud y diámetro de botones florales completos en un periodo de 30 días óptimos. En la figura 1 y 2 se puede observar el patrón sigmoïdal que se va expresando a partir del día 7 hasta los 21 días posteriormente se observa decrecimiento a partir de los 28 días hasta su apertura. Por otra parte, los clones OLMECA, TABSCOOB, CHIBOLON, CARMELO, SUPREMO y K'IN destacan por registrar valores de botones florales inferiores a 7 mm de longitud e inferiores a 4mm de diámetro con coeficientes de variación de 0.3 ± 0.01 .

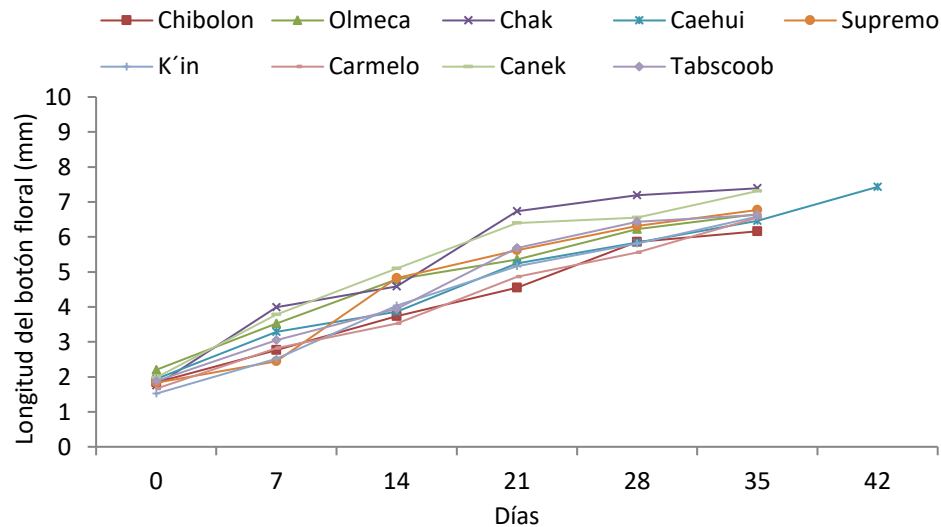


Figura 1. Evolución del crecimiento fenológico de la longitud total del botón floral en ocho clones de cacao y el testigo Carmelo



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

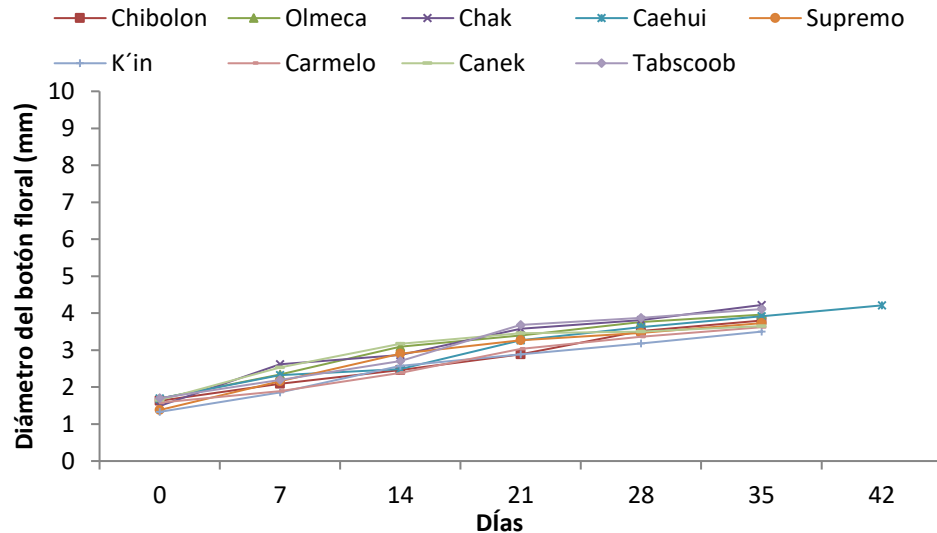


Figura 2. Evolución del crecimiento fenológico del diámetro total del botón floral en ocho clones de cacao y el testigo Carmelo.

Características morfológicas del fruto

En el cuadro 1 se presenta los valores obtenidos de variables morfológicas cualitativas ligadas a la productividad que exhiben los clones antes mencionados. Al respecto los clones OLMECA, KIN, CAEHUI, CANEK y SUPREMO presentaron en promedio ≥ 40 granos por mazorca respectivamente. El clon control CARMELO presento un promedio de 138 g en peso de granos, sin embargo cinco de estos clones evaluados presentan promedio ≥ 140 g. Se observa que el clon CANEK presenta valores sobresalientes para longitud del fruto, peso de granos. Ramírez *et al*, (2018) realizo estudios en 101 muestras en plantaciones criollos, híbridos y material internacional de referencia de accesiones de bancos de germoplasma de Tabasco y Chiapas destacando que se obtuvieron peso total de semillas por fruto en un rango de (27.3 a 178.3 g).

En esta investigación no se observa relación entre el peso del fruto y el número de semillas por fruto, sin embargo si la variación en el peso de semillas por fruto tiende a incrementarse al aumentar el peso del fruto, también se observa que el grosor del exocarpio no es factor que influya directamente con presentar mayor o menor peso de granos en los clones.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Cuadro 1. Promedio de variables morfológicas cuantitativas en frutos de cacao.

	DF (mm)	LF (mm)	PF (g)	N. G	PG (g)	GE (mm)
CLONES						
CAEHUI	88.49	176.86	611.54	41	141.74	13.17
CHAK	88.22	186.32	652.17	39	162.26	14.37
OLMECA	89.11	158.25	550.88	42	144.18	14.99
KIM	77.09	166.46	429.93	42	108.27	11.58
CARMELO	78.49	165.83	551.16	37	138	14.58
CHIBOLON	85.54	170.34	575.05	41	146.25	14.28
CANEK	88.22	196	840.58	37	191.06	14.12
TABSCOOB	81.12	151.80	403.63	40	125.64	11.15
SUPREMO	90	146.42	555.06	40	109.31	14.34

DF: diámetro del fruto, LF: longitud del fruto, PF: peso fruto, NG: número de granos, PG: peso granos, GE: grosor del exocarpo.

Cuadro 2. Variables fisicoquímicas en granos de clones de cacao

CLONES	pH		%H	%G	°Brix	Acidez Total meq NaOH 100 g ⁻¹	Polifenoles Totales mg GAE/ g ⁻¹	Flavonoides mg EQ/ g ⁻¹
	Mucilago	Cotiledón seco al sol						
Supremo	3.96 ±0.13	6.26 ±0.07	6.10 ±1.16	51.21±0.08	16.41±1.22	5.06±0.89	33.50 ± 0.46 ^{ab}	11.79 ± 0.75 ^{ab}
Caehui	3.66 ±0.16	6.29 ±0.11	6.64 ±0.90	54.93±0.63	16.99± 1.65	5.88±0.46	62.59 ± 8.79 ^c	15.76 ± 1.62 ^d
Carmelo	3.50 ±0.12	6.37 ± 0.12	5.66 ±1.20	54.32±1.49	16.71± 1.03	5.37±1.15	50.89 ± 2.63 ^c	13.70 ±1.49 ^c
Kin	4.57 ±0.06	6.35 ±0.04	6.61 ±0.55	50.07± 0.66	12.97±1.93	4.56±0.44	27.61 ± 1.48 ^a	10.43 ± 1.51 ^a
Olmeca	3.84 ± 0.17	6.12 ± 0.07	5.61 ± 0.48	52.75± 2.52	16.04± 1.20	4.14±0.53	25.83 ± 3.38 ^a	13.70 ± 1.90 ^{bc}
Chibolon	3.66 ±0.03	6.22 ±0.21	5.16 ± 1.25	50.59± 1.46	17.09±2.00	4.62±0.49	37.24 ± 2.33 ^b	11.13 ± 0.68 ^a
Canek	3.62 ±0.04	6.30 ± 0.14	5.86 ± 0.90	54.69± 2.43	16.88± 0.26	5.62±1.40	55.26 ± 2.98 ^c	18.50 ± 1.43 ^f
Tabascoob	3.83 ± 0.04	6.29 ± 0.45	6.69 ±0.44	53.24± 3.53	15.00±0.59	5.22±1.40	37.07 ± 2.17 ^b	11.19 ± 1.64 ^a
Chak	3.54 ± 0.13	6.49 ± 0.21	6.57 ± 0.13	52.86± 0.99	17.06± 1.14	5.09±0.93	82.29 ± 8.05 ^d	17.85 ± 1.06 ^e

Los datos representan (promedio ± desviación estándar) del experimento (n = 3) valores de una misma columna con superíndices diferentes son significativos (p ≤ 0,05). % H: humedad, % G: grasa.

En el Cuadro 2 se presentan los valores promedio registrados para los variables pH, acidez total en granos secos, y °Brix en granos frescos. El pH de mucilago osciló entre 3.5 a 3.9 valores similares reportados por Romero *et al*, (2011), quienes encontraron en cacao criollo, forastero y trinitarios rangos de 3.02 a 4.20 debido al contenido de ácido cítrico. Los valores para pH en este estudio en cotiledón seco al sol oscilaron entre 6.12 a 6.49 correspondientes a valores dentro del rango para granos secos sin fermentar, Loureiro *et al*, (2017) reporta valores de pH de 5.61 a 6.64 en clones de *T. cacao* L. Por otro lado se sabe que el exceso de acidez puede ser perjudicial para la calidad de los granos de cacao, mientras que menores valores de acidez total se relacionan con la calidad del cacao, en este estudio la acidez se presenta con valores de 4.14 a 5.88. Los valores de sólidos solubles totales oscilaron de 12



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

a 17 °Brix. Estudios reportados por Graziani *et al*, (2003) determino en cacao criollo, forastero y trinitario solidos solubles totales entre 12 -14 valores similares a los de esta investigación, la pulpa del cacao se puede clasificar como un producto con valores de alrededor de 18 °Brix. Caballero-Pérez *et al*, (2016) reporta en variedad Carmelo valores en porcentaje de grasa en 50.74 %, en este estudio el testigo carmelo presento 54.32 %, sin embargo los ocho clones evaluados registraron valores ≥ 50 % de grasa. Con respecto al contenido de polifenoles totales tres de los ocho clones evaluados presentaron valores ≥ 50 mg GAE/ g⁻¹ con respecto al clon testigo Carmelo el cual registra un valor de 50.89 mg GAE/ g⁻¹. Avendaño *et al*, (2021) determino en genotipos de cuatro especies de *T. cacao* L rangos de 3.37 a 42.05 mg GAE/ g⁻¹ reportando en la variedad Carmelo 37.3 mg GAE/ g⁻¹ valor por debajo del obtenido en este estudio. Algunos autores como Brčanović *et al*, (2013) reportaron valores de 3.82 a 36.87 mg GAE/ g⁻¹ resultados similares comparados con algunos clones de este trabajo. Para flavonoides se observa un incremento del 35 % en contenido de flavonoides para el clon CANEK en comparación con el clon control, valores reportados por Avendaño *et al*, (2021) destacan de 1.61 a 42.18 mg EQ g⁻¹ valores similares a los de esta investigación, de igual forma no se observa correlación entre los valores de polifenoles y flavonoides.

CONCLUSIONES

Los clones establecidos en el Inifap Campo Experimental Huimanguillo presentaron variación morfológica y fisicoquímica entre ellos. Se encontró que los clones evaluados presentaron diferencias entre sí ($p < 0.05$) en las características morfológicas evaluadas.

La variación encontrada entre los clones de *T. cacao* L, de acuerdo con el análisis de varianza y comparación de medias para polifenoles y flavonoides abren la posibilidad que desarrollan ciertos caracteres fisicoquímicos o de comportamiento que son heredables de los padres progenitores.

AGRADECIMIENTOS

Al concejo nacional de Ciencias y Tecnología (CONACYT) por el apoyo financiero a través de la beca mensual con número: 882616

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental (INIFAP) Huimanguillo, Tabasco, México, Por las facilidades proporcionadas en la recolección y el seguimiento en campo de los genotipos evaluados en esta investigación.

LITERATURA CITADA

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia, United States of America. 1141 pp.

AOAC. 2015. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia, United States of America.

Avendaño Arrazate, C.H., Campos Rojas, E., López Palestina, C.U., Martínez Bolaños, M., Caballero Pérez, J.F., Báez Alonso, M., Ariza Flores, R., & Cadena Iñiguez, J. (2021). Actividad antioxidante en genotipos de *Theobroma* spp. (Malvaceae) en México. *Revista de Biología Tropical*, 69 (2), 507-523.

Brčanović, J.M.; Pavlović, A.N.; Mitić, S.; Stojanović, G.S.; Manojlović, D.D.; Kaličanin, B.M.; Veljković, J.N. 2013. Cyclic voltammetric determination of antioxidant capacity of cocoa powder, dark chocolate and milk chocolate samples: Correlation with spectrophotometric assays and individual phenolic compounds. *Food Tech. and Biotech* 51(4): 460-470.

Caballero-Pérez, J.F., Avendaño-Arrazate, C.H., González-Ávila, N.A., López-Escobar, S. Influencia del tipo de cacao (*Theobroma Cacao* L.) en las características del fermento y secado (2016). *Agro productividad*: vol. 9 núm. Enero pp: 48-54.

Graziani de Fariñas, L.; L. Ortiz de B. y P. Parra. 2003. Características químicas de las semillas de diferentes tipos de cacao de la localidad de Cumboto, Aragua. *Agronomía Tropical* 53 (2): 133-144.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL**
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

Horwitz W, Latimer GW (2005) Association of Official Analytical Chemists Official Methods of Analysis of the Association of official Analytical Chemists. 18th ed. AOAC. Gaithersburg, Maryland. 3000p.

Instituto de Nacional de Estadística y Geografía. (2018). Anuario de estadísticas por entidad federativa Mexico: INEGI.

Sari, Indah A., and Agung W. Susilo. 2015. "Phenology of Flowering and Pod Maturity on Some Cocoa Clones (*Theobroma cacao* L)." *Pelita Perkebunan*, vol. 31, no. 2, pp. 73-80.

Loureiro, Guilherme., Amorim., Homem., de A, A; Quintino, Reís de A; Valle, Raúl R; Sodré, George A; & Souza, Soraya, M. Moreira. 2017. Influencia de factores agroambientales sobre la calidad del clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) PH-16 en la región cacaotera de Bahia, Brasil. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 4(12), 579-587. <https://doi.org/10.19136/era.a4n12.1274>.

López-Hernández, J.G.; López-Hernández, L.E.; Avendaño-Arrazate, C.H.; Aguirre-Medina, J.F.; Espinosa-Zagarozza, S.1; Moreno-Martínez, J.L.; Mendoza-López, A.; Suárez-Venero, G.M. 2018. Biología floral de cacao (*Theobroma cacao* L.); criollo, trinitario y forastero en México. *Agro productividad*: Vol. 11, Núm. 9, septiembre. Pp: 129-135.

Márquez, J., Alba-Landa, J., Mendizábal-Hernández, L. C., Ramírez-García, E. O. y Cruz-Jiménez, H. 2010. La fenología reproductiva y el manejo de los recursos forestales. *Foresta veracruzana*. 12(2):35-38.

Niemenak, N; Rohsiusb, C; Elwersb, S; Ndoumoua, D.O; & Liebereib, R. 2006. Comparative study of different cocoa (*Theobroma cacao* L.) clones in terms of their phenolic and anthocyanins contents. *Journal Food Composition Analysis*, 19(6-7), 612-619.

Othman A., Ismail A., Amin I., Ghani N.A., Adenan I. (2007). Antioxidant capacity and phenolic content of cocoa beans. *Food Chemistry*, 100: 1523-1530.

Ramírez-Guillermo, Miguel. A; Lagunes-Espinoza Luz. C; Ortiz-García, Carlos .F; Gutiérrez, osman. A; de la Rosa-Santamaría, Roberto (2018). Variación morfológica de frutos y semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) de plantaciones en tabasco, México. *Revista. Fitotecnia. Mexico*. Vol. 41 (2): 117 – 125.

Romero, C., Zambrano, A. (2011). Análisis de azúcares en pulpa de cacao por colorimetría y electroforesis capilar *Revista Científica UDO Agrícola* 12 (4): pg.; 906-913.

Tagro G., S.; Dingkuhn, M.; Cros, E.; Fourny, G.; Ratomahenina, R.; Moulin, G.; Vidal, C. 2008. Impact of cocoa processing technologies in free fatty acids formation in stored raw cocoa beans (en línea). *African Journal of Agricultural Research* Vol. 3 (3): 174-179.

UPOV (2011). Unión internacional para la protección de las obtenciones vegetales *T. cacao* L
Senanayake, M., Jansz, R. E. y Buckle, A. K. 1997. Effect of Different Mixing Intervals on the Fermentation of Cocoa Beans. *J. Sci. Food Agric.* 74:42-48.

Singleton V.L., Rossi J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagent. *American Journal Enology. Viticulture*, 16: 144-158.

Thangaraj P. 2016. Pharmacological assays of plant- based natural products. Series : progress in drug research 71. Editor:K.D. Rainsford. Springer.

Zhishen, J.; Mengcheng, T.; Jianming, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem.* 1999. 64, 555-559.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**CALIDAD INDUSTRIAL DURANTE EL CICLO PLANTILLA DE CULTIVARES DE CAÑA DE
AZÚCAR EN EL INGENIO SANTA ROSALÍA DE LA CHONTALPA**

**INDUSTRIAL QUALITY DURING THE PLANTING CYCLE OF SUGARCANE CULTIVARS IN THE
SANTA ROSALÍA DE LA CHONTALPA SUGARMILL**

**Izquierdo-Hernández J^{1*}, Salgado-García, S.¹; Lagunes-Espinoza, L.C¹., Palma-López, D.J.¹;
Peña Cabriales J. J²., Córdova-Sánchez, S.³**

¹Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco, Grupo MASCAÑA. Km. 3.5 Periférico Carlos A. Molina S/N. H. Cárdenas, Tabasco. CP 86500. México. ²El Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Irapuato. ³Universidad Popular de la Chontalpa. Carretera Cárdenas - Huimanguillo, Km. 2.0 Cárdenas, Tabasco, México.

Autor para correspondencia: salgados@colpos.mx

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la calidad industrial de tres cultivares de caña de azúcar durante el ciclo plantilla, en la zona de abastecimiento del Ingenio Santa Rosalía de la Chontalpa, se estableció un experimento con un diseño factorial 3x3 (3 cultivares: CP 72-2086, MEX 79-431 y MEX 69-290 x 3 fechas de muestreo: 330, 390 y 450 días después de la siembra (DDS)) en un suelo Fluvisol eutrítico. En cada plantación se colectó una muestra de 10 tallos con tres repeticiones, a las que se les determinó la calidad industrial de las muestras, por polarimetría. Se utilizó un diseño de bloques al azar con un arreglo factorial 3 x 3 (3 cultivares x 3 fechas de muestreo) con 9 repeticiones. Se realizó análisis de varianza para el efecto de cultivares (Cv), DDS y la interacción Cv x DDS, con un nivel de significancia $p \leq 0.05$. No se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los cultivares para °Brix, porcentaje de POL, fibra, humedad y azúcares reductores. MEX 79-431 presentó el menor porcentaje de pureza (81.80). A 450 DDS, se observó el valor más alto para °Brix (17.28), porcentaje de POL (14.92) y pureza (86.44%). La línea de tendencia que mejor se ajustó a los datos de °Brix, POL y pureza para MEX 69-290 y MEX 79-431 fue una polinómica lineal, mientras que para CP 72-2086 fue una polinómica cuadrática. Porcentaje de fibra para CP 72-2086 y MEX 69-290 se ajustó de mejor manera con una línea de tendencia polinómica cuadrática y para MEX 79-431 con una polinómica lineal. Para humedad de tallos y azúcares reductores la línea de tendencia que mejor se ajustó fue una polinómica inversa. °Brix presentó correlación fuerte y positiva con POL ($R=0.99^{**}$) y fuerte y negativa con azúcares reductores ($R=-0.95^{**}$) y humedad tallos ($R=-0.91^{**}$).

Palabras clave: *calidad industrial, caña de azúcar, cultivares, calidad de jugo, cultivares, caña de azúcar.*

INTRODUCCIÓN

El éxito económico del cultivo de caña de azúcar se determina por la acumulación de sacarosa, siendo el proceso de maduración, fundamental para la industria, ya que esta necesita escalar los predios y períodos de cosecha para tener un control que garantice el suministro de materia prima de buena calidad durante toda la cosecha (Moura *et al.*, 2014; Salgado *et al.*, 2013).

El sistema de pago de la caña de azúcar actualmente adoptado por la gran mayoría de las industrias de azúcar y alcohol, es el de los azúcares recuperables totales. En este sistema, la calidad del jugo de caña de azúcar entregada a los molinos y destilerías se evalúa por el contenido de sólidos solubles, sacarosa aparente y por el contenido de azúcares reductores. Por lo tanto, los cultivares que presentan una mejor calidad de materia prima y permiten un mayor rendimiento industrial para la producción de azúcar y alcohol son de gran importancia para una explotación racional de la caña de azúcar (Da Silva *et al.*, 2013).



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Los valores de referencia de los parámetros de la calidad del jugo de la caña de azúcar en México son: sacarosa y Pol de 12.5 %, grados Brix de 18-22 %, pureza de 79 al 89 %, fibra de 11 al 15 %, humedad de 73 -75 % y azúcares reductores cercanos a cero (Salgado et al., 2013). Por todo lo anteriormente descrito, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad industrial de tres cultivares de caña de azúcar durante el ciclo plantilla, en la zona de abastecimiento del Ingenio Santa Rosalía de la Chontalpa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en condiciones de temporal, durante el ciclo plantilla 2017/2019 en el área de abastecimiento del Ingenio Santa Rosalía de la Chontalpa (ISRCH), utilizando tres cultivares de caña de azúcar (MEX 69-290, MEX 79-431 y CP 72-2086). Para ello se ubicaron y georreferenciaron 9 parcelas comerciales (3 por cada cultivar) con fechas de siembra similares. En cada plantación se colectó una muestra con tres repeticiones, cada muestra constó de 10 tallos, los cuales fueron separados de su sección 8-10, las muestras de tallo y sección 8-10 fueron transportadas al laboratorio de campo del Ingenio Santa Rosalía de la Chontalpa, donde se realizó la determinación de la calidad industrial de las muestras, por polarimetría. Los muestreos se realizaron a los 330, 390 días después de la siembra (DDS) y a la cosecha (450 DDS). El experimento contó con un diseño factorial (cultivar x DDS). El análisis estadístico, consistió en el análisis de la varianza (ANAVA) para el efecto de los cultivares (Cv), DDS y la interacción Cv x DDS con un nivel de significancia $P \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con el análisis de varianza y la prueba de medias de Tukey (Cuadro 1), la calidad de jugo fue similar entre los cultivares (Cv) evaluados, toda vez que solo se encontró diferencias estadísticamente significativas en cuanto al porcentaje de pureza, siendo MEX 79-431, el cultivar que presentó el valor más bajo para esta variable. En lo que respecta a la fecha de muestreo (DDS), se puede apreciar como el porcentaje de °brix, pol y pureza, aumentan significativamente conforme aumenta el ciclo de cultivo, mostrando los valores más altos al momento de la cosecha, mientras que, el porcentaje de humedad y azúcares reductores, descienden conforme aumentan los DDS, mostrando los valores más bajos al momento de la cosecha, indicativo del proceso de madurez (Salgado et al., 2013).

El mayor porcentaje de °Brix fue 17.28, similar a los valores reportados por Salgado *et al.* (2017) para los cultivares MEX 69-290 y CP 72-1210 con suministro de 120 kg N ha⁻¹. El porcentaje de POL fue de 12.5 a 13.43, el cual se considera adecuado, para un jugo de caña con buena calidad. El porcentaje de pureza en MEX 69-290 y CP 72-2086 se mantuvo estable durante las fechas de muestreo. Wang *et al.* (2007) mencionan que la pureza puede representar los valores numéricos de los materiales sólidos secos de la caña de azúcar; por lo tanto, puede representar el contenido de sacarosa en el jugo de caña y que el porcentaje de pureza del jugo de caña de azúcar al momento de la cosecha, debe ser relativamente alta, beneficiando así, la producción de azúcar.

Cuadro 1. Análisis de varianza y prueba de medias de Tukey de la calidad del jugo de tres cultivares (Cv) de caña de azúcar, durante el ciclo plantilla en la zona de abastecimiento del ISRCH

	Cv	DDS	Int. Cv x DDS	C.V (%)	
°BRIX (%)	0.2424NS	0.0001**	0.1850NS	8.41	
POL (%)	0.0317*	0.0001**	0.0070*	10.24	
FIBRA (%)	0.1726NS	0.0176*	0.0099*	7.24	
PUREZA (%)	0.0016*	0.0001**	0.0027*	3.88	
HUMEDAD (%)	0.5263NS	0.0001**	0.0220*	2.65	
A. REDUCTORES	0.6707NS	0.0006**	0.4227NS	26.66	
Int. Cv x DDS	DDS	MEX 69-290	CP 72-2086	MEX 79-431	Media DDS



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

°BRIX	330	14.21 abc	14.17 ab	13.44 a	13.94 A
	390	15.57 bcde	16.32 cdef	14.84 abcd	15.58 B
	450	17.77 f	16.64 def	17.42 ef	17.28 C
	Media Cv	15.23a	15.71a	15.85a	
POL	330	11.84 ab	12.01 ab	10.51 a	11.45 A
	390	12.82 cd	14.17 cd	11.83 ab	12.94 B
	450	15.62 d	13.98 bcd	15.62 d	14.92 C
	Media Cv	13.43b	13.39ab	12.5b	
FIBRA	330	11.99 ab	12.08 ab	11.42 a	11.83 A
	390	12.76 ab	12.99 b	11.83 ab	12.3A B
	450	12.69 ab	11.48 a	12.73 ab	12.53 B
	Media Cv	12.48a	12.18a	11.99a	
PUREZA	330	83.24 abc	84.66 bc	78.13 a	82.01 A
	390	84.59 bc	84.57 bc	79.85 ab	83.0 A
	450	87.92 c	84.0 bc	87.41 c	86.44 B
	Media Cv	85.25b	84.41b	81.8a	
HUMEDAD	330	82.9 b	81.24 b	83.68 b	82.61 B
	390	74.47 a	75.38 a	76.73 a	75.53 A
	450	74.52 a	75.48 a	73.37 a	74.46 A
	Media Cv	77.29a	77.37a	77.93a	
A. REDUCTORES	330	0.76 b	0.63 ab	0.76 b	0.72 B
	390	0.60 ab	0.55 ab	0.59 ab	0.58 A
	450	0.47 a	0.57 ab	0.53 ab	0.52 A
	Media Cv	0.61a	0.58a	0.63a	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). Letras minúsculas representan diferencias horizontalmente y mayúsculas verticalmente.

Xiao *et al.* (2017) mencionan que, durante el período de crecimiento y madurez de la caña de azúcar, después de que la sacarosa producida por las hojas se transporta a los tallos, la proporción de crecimiento en forma de azúcar reductor disminuye gradualmente y que la reducción de azúcar aumenta significativamente cuando la caña está demasiado madura, especialmente cuando la calidad del jugo tiende a disminuir.

En el cuadro 2, se puede observar la fuerte correlación positiva ($R= 0.99^{**}$) presentada entre el porcentaje de °brix y pol, toda vez que, conforme aumenta o disminuye el porcentaje de °Brix, aumenta o disminuye también el porcentaje de pol y viceversa. El porcentaje de °brix presentó correlación fuerte y negativa con los valores del porcentaje de humedad y azúcares reductores ($R= -0.91^{**}$ y $R= -0.95^{**}$ respectivamente), lo cual indica que a valores altos de °brix corresponden valores bajos de porcentaje de humedad y azúcares reductores. Por su parte, el porcentaje de humedad se correlacionó fuerte y positivamente con el porcentaje de azúcares reductores ($R= 0.91^{**}$), al respecto, Salgado *et al.* (2017) observaron que a menor humedad en el tallo menos azúcares reductores.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Cuadro 2. Coeficientes de correlación de Pearson/probabilidades entre variables de la calidad de jugo (%) de tres cultivares de caña de azúcar durante el ciclo plantilla

Parámetros de	BRIX	HUMEDAD	A.REDUCTORES	FIBRA	PUREZA	POL
BRIX	1	**	**	**	**	**
HUMEDAD	-0.91	1	**	**	**	**
A.REDUCTORES	-0.95	0.91	1	**	**	**
FIBRA	0.66	-0.47	-0.54	1	**	**
PUREZA	0.79	-0.71	-0.73	0.84	1	**
POL	0.99	-0.91	-0.94	0.71	0.86	1

** altamente significativa ($P \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

No se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los cultivares evaluados en cuanto a porcentaje de °brix, pol, fibra, humedad y azúcares reductores. Siendo MEX 79-431, el cultivar que presentó el menor porcentaje de pureza. En el muestreo realizado a la cosecha (450 DDS), se presentó el mayor porcentaje de °brix, pol y pureza. Para el porcentaje de fibra, humedad y azúcares reductores no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los muestreos realizados a los 390 y 450 DDS. El porcentaje de °brix presentó correlación fuerte y positiva con porcentaje de pol y correlación fuerte y negativa con porcentaje de azúcares reductores.

AGRADECIMIENTOS Y/O FUENTE FINANCIERA

Al proyecto COMPASS-México (*Sistema de servicios de análisis de producción, gestión y observación de cultivos*), a la CNPR, al Ingenio Santa Rosalía de la Chontalpa y al CONACYT.

LITERATURA CITADA

- Da Silva, G. V. S., M. W. De Oliveira, C. Etienne De R. e S. S., D. C. De Oliveira, C. T. Da Silva e R. M. Dos Santos R. 2013. Qualidade industrial de quatro variedades de cana-de-açúcar em três anos agrícolas. In: XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX 2013 – UFRPE: Recife, 09 a 13 de dezembro.
- Moura, C. L., N. F. Da Silva, F. N. Cunha, F. J. De Campos B., J. A. Célia e M. B. Teixeira. 2014. Índice de maturação da cana-de-açúcar fertirrigada sobre diferentes lâminas. *Rev. Bras. Agric. Irr.*, 8 (1): 64 – 76.
- Salgado G.S., E.L.C. Lagunes., E.R. Núñez., O.C.F.Ortiz., A.L. Bucio., y I.E.M. Aranda.(2013). CAÑA DE AZUCAR: Producción sustentable. BBA, Colegio de Postgraduados-Mundi Prensa. México, D.F. 520 p.
- Salgado G., S., J. Izquierdo H., L. del C. Lagunes E., D. J Palma-López., S. Córdoba S., H. Ortiz L., y M. Castelán E. 2017. Consumo de nitrógeno por cultivares de caña de azúcar en Tabasco, México. *Rev. FCA UNCUYO* 49(1):45-59.
- Wang, C., Z. Chen, Z. and Wang, H.J. 2007. Analysis of the purity of sugarcane juice of main sugarcane varieties in Zhanjiang area. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*, 1:20–23.
- Xiao, Z., Liao, X. and Guo S. 2017. Analysis of Sugarcane Juice Quality Indexes. *Journal of Food Quality*. 2017:1-6. <https://doi.org/10.1155/2017/1746982>.
- XXXII Reunión Científica – Tecnológica Forestal y Agropecuaria Tabasco 2021 y IX Simposio Internacional en Producción Agroalimentaria Tropical.
Sección: Plantaciones y forestales (P).
Tipo de presentación: Oral.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**CLASIFICACIÓN POR FERTILIDAD DE LOS SUELOS DEL ÁREA DE ABASTECIMIENTO DEL
INGENIO PUJILTIC**

CLASSIFICATION BY FERTILITY OF CANE SOILS OF THE SUPPLY AREA OF PUJILTIC ENGINE

^{1*}Salgado Velázquez, S., ¹Salgado García, S.; ¹Palma López, D.J.; ¹Zavala Cruz, J.; ²Córdova Sánchez, S.; ¹Rincón Ramírez, J.A.; ¹Ortiz García, C.F., ¹Hernández Nátaren, E.

¹Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco, Grupo MASCAÑA. Km. 3.5 Periférico Carlos A. Molina S/N. H. Cárdenas, Tabasco. CP 86500. México. ²Universidad Popular de la Chontalpa. Cuerpo Académico de Química Verde y Desarrollo Sostenible (CA-QVyDS). Carretera Cárdenas - Huimanguillo, Km. 2.0 Cárdenas, Tabasco, México. CP. 86500.
Autor para correspondencia: salgados@colpos.mx

RESUMEN

El FCC agrupa a los suelos del área de abastecimiento del Ingenio Pujiltic (IP) de acuerdo con parámetros cuantificables de la capa superior del suelo y algunas características del subsuelo directamente vinculadas con el crecimiento de caña de azúcar. Los factores que limitan la potencialidad de los suelos del IP para su uso agropecuario son seis: alcalinidad, exceso o déficit de agua, contenido de arcilla, erosión, deficiencias nutrimentales y baja CIC, que solos o agrupados influyen en el detrimento de la fertilidad de los suelos. Para resolver estos problemas se requiere un análisis integral que considere el tipo de cultivo, la época de siembra y la disponibilidad de tecnología.

Palabras claves: *Clasificación, Fertilidad, Caña de azúcar, Pujiltic*

INTRODUCCIÓN

La producción agrícola en caña de azúcar se ve afectada por la sequía y la disminución de la fertilidad del suelo. Como alternativa al aumento de superficie cultivable para elevar la producción, los rendimientos de caña de azúcar pueden incrementarse mediante prácticas adecuadas de gestión de la fertilidad del suelo y a través del uso de variedades mejoradas. Los experimentos locales han demostrado que la integración de la fertilidad del suelo y el manejo de nutrientes es un enfoque avanzado que sirve como un recurso para aumentar el rendimiento de caña de azúcar y mantener la fertilidad del suelo en el tiempo (Salgado *et al.*, 2013). No obstante, se necesita de un diagnóstico para conocer las limitaciones de fertilidad de los suelos. El sistema para clasificar suelos de acuerdo a su fertilidad (FCC, por sus siglas en inglés) fue desarrollado por Buol *et al.* (1975), con la finalidad de cerrar la brecha entre las subdisciplinas de clasificación y fertilidad de suelos. El sistema es un buen punto de partida para estudiar la aptitud del suelo para los trópicos. En el trópico mexicano, particularmente en el estado de Tabasco, este sistema solo se ha aplicado en tres regiones generando buenas recomendaciones de manejo agronómico. A través del conocimiento de las clases del FCC se pueden identificar las limitaciones de fertilidad y dada la importancia de la caña de azúcar en el Estado de Chiapas, surge la necesidad de generar dicha información, además, que se cuenta con un estudio de suelos de 33974.7 ha (Salgado-García *et al.*, 2006). Por ello, el objetivo del presente trabajo fue elaborar la clasificación de fertilidad de los suelos cultivados con caña de azúcar en el área de abastecimiento del IP para mejorar la toma de decisiones.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio abarca una superficie de 33974.7 ha, comprende 11 subunidades de suelos, y de las cuales todos están cultivados con caña de azúcar. Se utilizaron los datos de las propiedades físicas y químicas de los dos primeros horizontes de las 11 subunidades de suelo del área de abastecimiento del IP, las cuales fueron tomadas del estudio de suelos realizado por Salgado-García *et al.* (2006).



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Se utilizó el sistema para clasificar suelos de acuerdo a su fertilidad (FCC), que está compuesto por tres categorías, las cuales, a su vez se componen de diferentes clases, cuya combinación forma las unidades de FCC:

Tipo. Se refiere a la textura de la capa arable o de los 20 cm del suelo, cualquiera que sea más superficial.

S: Capa superior del suelo arenosa: arenas francas y arenas.

L: Capa superior del suelo franca: < 35% de arcilla, pero no incluye arena franca o arena.

C: Capa superior del suelo arcillosa: >35% de arcilla.

D: Suelos orgánicos: > 30% de materia orgánica hasta una profundidad de 50 cm o más.

Tipo de sustrato (textura del subsuelo). Se emplea solamente cuando existe un cambio de textura marcado a partir de la superficie, o si se encuentra una capa dura que impida el crecimiento de las raíces dentro de los primeros 50 cm del suelo.

S: Subsuelo arenoso: igual al del tipo; L: Subsuelo franco: textura similar al del tipo;

C: Subsuelo arcilloso: textura similar al del tipo; R: Roca u otra capa dura que impide el desarrollo de las raíces.

Modificadores. Cuando se indica más de un criterio para cada modificador sólo uno necesita ser conocido. El criterio que se menciona en primer lugar es el deseable y deberá emplearse si los datos están disponibles. Los siguientes criterios se presentan para casos en que no sea posible identificar el primero (Sánchez *et al.*, 1982): g (Gley), d (Seco), e (Baja capacidad de intercambio catiónico), a (Toxicidad de aluminio), h (Ácido), i (Alta fijación de fósforo por hierro), x (Minerales amorfos), v (Vertisol), k (Bajas reservas de K), b (Reacción básica), s (Salinidad), n (Sódico), c (Cat clay), ' y '' (Grava), % (Pendiente),

Procedimiento. Los suelos son clasificados de acuerdo con estos parámetros determinando si la característica está presente o no. La mayoría de los límites cuantitativos son criterios presentes en la Taxonomía de Suelos y el Referencial de los Suelos del Mundo. Las unidades de FCC enumeran el tipo de textura y de sustrato (si es diferente) en mayúsculas, los modificadores en minúsculas, el modificador de grava como virgulilla (') y la pendiente, si se desea, entre paréntesis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se describe la clasificación para cada tipo de suelo (Sánchez *et al.*, 1982):

Cb. Chernozem chérnico (CHch). Esta subunidad solo se encuentra en los Chernozem y se refiere a la presencia de un horizonte chérnico, el cual es un tipo especial de horizonte mólico, es profundo, bien estructurado, con alta saturación de bases (80 % ó más), contenido elevado de materia orgánica (2.5 % ó más) y alta actividad biológica. Estos suelos presentan texturas arcillosas en la mayor parte de los horizontes, con permeabilidad moderada.

Lb(12%). Calcisol hipocálcico (CLccw). Esta subunidad presenta un índice mediano de infiltración y mediana capacidad de retención del agua. Son calcisoles que solo tienen concentraciones de carbonatos secundarios dentro de los 100 cm a partir de la superficie del suelo. La permeabilidad es rápida en este suelo, por lo que presenta un buen drenaje. El pH en general se considera como moderadamente alcalino, la CE es de 0.20 dS m⁻¹, lo que indica que no existen problemas de salinidad, la MO es muy rica en la capa arable a pobre en los últimos horizontes (5.33 -1.24 %). Son suelos calcáreos, debe evitarse la roca fosfatada y otros fosfatos no solubles en agua; deficiencia potencial de hierro, boro y zinc (Salgado *et al.*, 2006).

Cbv(<5%). Calcisol vértico (CLvr). Son calcisoles que tienen un horizonte vértico dentro de los 100 cm desde la superficie del suelo. Un horizonte vértico es un horizonte subsuperficial arcilloso que como resultado de la expansión y contracción tiene superficies pulidas y acanaladas (slickensides), o agregados estructurales, con 30 % o más de arcilla en todo el espesor. Presentan contenidos de arcilla por arriba del 60 % en la mayor parte del perfil; no obstante, estos contenidos de arcilla, la Da (1 g cm⁻³) no ocasiona problemas de compactación, lo que puede atribuirse al alto contenido de materia orgánica y de calcio. En campo se puede observar que estos suelos presentan cutánes por acumulación de carbonatos, los cuales reaccionan fuertemente al HCl. Además, presentan nódulos blandos y



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

pequeños de CaCO₃ en color crema; el perfil presenta un buen drenaje, aunque la permeabilidad va de moderada a lenta, lo que se atribuye al alto contenido de arcillas (Salgado *et al.*, 2006)

Cuadro 1. Propiedades físicas y químicas de los horizontes superficiales de las subunidades de suelo de la Subregión Ríos de Tabasco.

Subunidad	Horizontes (cm)	pH (H ₂ O) rel. 1:2	C E (μ S m ⁻¹)	M O	P (mg kg ⁻¹)	K	C a	Mg	N a	Cl C	Da (g cm ⁻³)	Arc illa	Li mo	Are na	Text ural
CHch	Ap (0-25)	7.7	0.59	9.55	37.18	3.76	64.2	10.86	0.97	55.3	1.03	63	13	24	Arcilla
	A2 (25-62)	7.5	0.43	4.25	2.54	0.44	36.7	6.91	0.77	55.3	1.02	83	5	13	Arcilla
CLccw	Ap (0-26)	7.9	0.23	5.32	7.04	0.29	22.3	7.88	0.11	17.2	1.02	27	40	32	Migajón arcilloso
	A2 (26-43)	8.0	0.22	4.23	2.89	0.22	20.5	7.88	0.04	14.7	1.2	31	41	28	Migajón arcilloso
CLvr	AP (0-20)	7.5	0.51	4.11	5.35	0.55	53.6	11.35	0.74	45.1	1.01	57	17	27	Arcilla
	A2 (20-56)	7.5	1.88	2.12	3.66	0.41	85.7	8.39	1.31	40.6	1.15	79	3	18	Arcilla
CMmo	Ap (0-13)				18.8										Migajón arcilloso
		7.2	0.75	3.28	7	0.67	29.0	6.41	0.53	29.9	1.04	35	23	43	Migajón arcilloso
	A2 (13-55)	7.2	0.32	3.85	2.54	0.23	38.2	4.11	0.30	26.9	1.01	40	17	43	Arcilla
FLca	Ap (0-20)														Migajón arcilloso
		8.0	0.47	3.2	5.44	0.19	20.1	10.67	0.33	13.2	1.02	29	55	16	Migajón arcilloso
	A2 (20.40)	8.1	0.39	2.33	2.49	0.10	18.6	7.88	0.39	11.2	1.01	29	54	17	Migajón arcilloso
GLmo	Ap (0-22)	7.7	0.57	6.50	7.75	0.48	69.1	14.31	0.37	52.7	1.03	67	19	14	Arcilla
	A2 (22-42)	7.6	2.55	2.92	1.83	0.32	82.3	18.91	1.41	45.1	1.02	67	19	14	Arcilla
LPPrz	Ap (0-37)	6.7	0.12	8.7	1.97	0.47	49.7	3.52	0.06	52.2	1.02	69	15	16	Arcilla
PHphle	Ap (0-22)	7.4	0.45	6.90	2.39	0.43	51.6	9.70	0.76	54.3	1.24	81	9	10	Arcilla
	A2 (22-62)	7.4	0.56	8.89	16.06	0.83	54.9	10.69	0.90	59.3	1.02	63	17	21	Arcilla
RGca	Ap (0-31)	7.9	0.26	6.63	34.65	0.15	38.9	3.22	0.13	12.2	1.01	30.7	31.4	37.9	Migajón



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

	C (31-65)	8.02	024	1.39	4.37	0.05	31.2	1.02	0.05	2.0	1.01	24.7	24.7	50.6	arcilloso arenoso
VR <u>eu</u>	Ap (0-21)	8.10	0.21	4.73	8.71	0.27	60.5	13.47	0.26	8.6	1.02	55	36	9	Arcilla
	A2 (21-44)	8.10	0.29	2.53	0.28	0.09	71.2	13.63	0.41	16.2	1.01	55	36	9	Arcilla
VR <u>pec</u>	Ap (0-20)	8.07	0.19	3.60	3.80	0.17	31.9	13.4	0.14	24.3	1.02	41	27	40	Arcilla
	A2 (20-49)	8.02	0.33	1.33	2.68	0.18	61.8	16.92	0.26	23.8	1.01	43	28	29	Arcilla

Cbeg (5%). Fluvisol calcárico FLca. Esta subunidad presenta un Índice bajo de infiltración con buena capacidad de retención del agua, ligera. Es un suelo calcáreo por lo menos entre 20 y 50 cm desde la superficie del suelo. En campo se observó el manto freático a 150 cm y debido a este incremento del manto presenta colores grises por procesos gléyicos. La Da de estos suelos es en promedio de 1 g cm^{-3} , sin problemas de compactación. El pH de estos suelos es moderadamente alcalino, no tiene problemas de salinidad con una CE de 0.13 a 0.47 dS m^{-1} . La MO tiene un arreglo irregular en el perfil, siendo rica en el primer horizonte, disminuye con el incremento de la profundidad y más abajo vuelve a incrementarse (3.2-0.4-3.1 %), lo que se explica por los procesos de aluvionamiento continuo. Presenta una baja CIC lo cual favorece la lixiviación, sobre todo en los casos de K, Ca y Mg para no limitar el desarrollo del cultivo (Salgado *et al.*, 2013).

Cbg (<1%). Gleysol mólico (GLmo). Tienen altos contenidos de nutrimentos y materia orgánica; presentan texturas francas en la superficie que sobreyacen a texturas arcillo limosas (horizonte C), en ocasiones se pueden presentar texturas arenosas en el fondo del perfil. Son suelos profundos; no obstante, el manto freático se encuentra cercano a la superficie la mayor parte del año, por lo que la verdadera profundidad de enraizamiento es en realidad menor a la que podía esperarse. Los problemas de anegamiento, manto freático elevado y régimen de humedad ácuico, predisponen a estos suelos para su uso agrícola. En estos suelos domina la textura arcillosa, los colores grises por los procesos de gleyzación y es pobremente drenado. La Da de 1 g cm^{-3} no evidencia problemas de compactación, mantiene una fuerte reacción al HCl en la mayor parte de los horizontes. El pH de estos suelos es moderadamente alcalino, la CE no indica problemas serios de salinidad ($< 3 \text{ dS m}^{-1}$). La CIC es muy alta en la mayor parte del perfil de suelo.

Lbe'. Regosol calcárico (RGca). Estos Regosoles tienen propiedades calcáreas por lo menos entre 20 y 50 cm desde la superficie del suelo. Presentan buena permeabilidad y buen drenaje. Presentan una fuerte reacción al HCl en todos sus horizontes, además de ser suelos muy pedregosos del tamaño de piedras pequeñas y gravas en todo el perfil. La Da no refleja problemas de compactación (1 g cm^{-3}). El pH que presentan estos suelos es moderadamente alcalino, los efectos por salinidad son nulos (CE de 0.2 dS m^{-1} en promedio). La MO de este suelo es muy rica en el horizonte superficial y disminuye a pobre con la profundidad del perfil (6.6-1.1 %). Presenta una baja CIC lo cual favorece la lixiviación, sobre todo en los casos de K, Ca y Mg para no limitar el desarrollo del cultivo (Salgado *et al.*, 2013).

Cbev Vertisol eútrico (VReu). Esta subunidad posee una capa de arcilla mayor de 35%, que se prolonga en todo el perfil, suelo saturado con manto freático elevado, que permanece inundado durante el periodo de lluvias. Escorrentía potencial. La desnitrificación, ocurre frecuentemente en el subsuelo anaeróbico, las operaciones de labranza y ciertos cultivos pueden ser afectados por el exceso de lluvias si el drenaje no es mejorado por la labranza u otros procedimientos de drenaje. El pH es moderadamente alcalino, sin problemas de salinidad con una CE es $< 2 \text{ dS m}^{-1}$. Presenta una baja CIC lo cual favorece la lixiviación, sobre todo en los casos de K, Ca y Mg para no limitar el desarrollo del cultivo (Salgado *et al.*, 2013).



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

CONCLUSIONES

Los factores que limitan la potencialidad de los suelos de la zona de abastecimiento del IP para el cultivo de caña de azúcar son seis: alcalinidad del suelo, exceso o déficit de agua, contenido de arcilla, erosión, deficiencias nutrimentales y baja CIC que, solos o agrupados influyen en el detrimento de la fertilidad de los suelos.

LITERATURA CITADA

- Buol, S.W., P.A. Sánchez, R.B. Cate Jr. y M.A. Granger. 1975. Soil fertility capability classification: a technical soil classification system for fertility management. In: E. Bornemisza and A. Alvarado (eds.) Soil Management in Tropical America. N.C. State University, Raleigh, N.C. pp.126-145.
- Salgado-García S, D. J. Palma-López, J. Zavala-Cruz, L.C. Lagunes-Espinoza, M. Castelán-Estrada, C. F. Ortiz-García, J. F. Juárez-López. 2006. Sistema integrado para recomendar dosis de fertilizantes en caña de azúcar (SIRDF): Ingenio Pujiltilic. Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. H. Cárdenas, Tabasco, México. 103 p.
- Salgado, G.S., D.J.L. Palma, E.M. Castelán, E.L.C. Lagunes, y L.H. Ortiz. 2013. Manual para muestreo de suelos, plantas y aguas e interpretación de análisis para la producción sostenible de alimentos. Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco. H. Cárdenas, Tabasco, México. 101 p.
- Sánchez, P.A., C. Couto, and S.W. Buol. 1982. The fertility capability soil classification system: Interpretation, applicability and modification. *Geoderma*, 27(4): 283-309.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**ANALISIS BIOMETRICO DE CULTIVARES DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL ÁREA DE
ABASTECIMIENTO DEL INGENIO SANTA ROSALÍA DE LA CHONTALPA**

**BIOMETRIC ANALYSIS OF SUGARCANE CULTIVARS IN THE SUPPLY AREA OF THE SANTA
ROSALÍA DE LA CHONTALPA SUGARMILL**

**Izquierdo-Hernández J¹., Salgado-García, S.^{1*}; Lagunes-Espinoza, L.C¹., Palma-López, D.J.¹;
Peña Cabriales J. J²., Córdova-Sánchez, S.³**

¹Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco, Grupo MASCAÑA. Km. 3.5 Periférico Carlos A. Molina S/N. H. Cárdenas, Tabasco. CP 86500. México. ²El Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Irapuato. ³Universidad Popular de la Chontalpa. Carretera Cárdenas - Huimanguillo, Km. 2.0 Cárdenas, Tabasco, México.

Autor para correspondencia: salgados@colpos.mx

RESUMEN

El experimento se realizó en condiciones de temporal, durante el ciclo plantilla en el área de abastecimiento del Ingenio Santa Rosalía de la Chontalpa (ISRCH), utilizando tres cultivares de caña de azúcar (MEX 69-290, MEX 79-431 y CP 72-2086). Para ello se ubicaron y georreferenciaron 9 parcelas comerciales (3 por cada cultivar) con fechas de siembra similares, dentro de las cuales se establecieron 5 sitios de observación de 30 x 30 m, en los cuales se llevaron a cabo las mediciones del número de hijuelos, número, altura y diámetro de tallos. Se utilizó un diseño de bloques al azar, con un arreglo factorial 3 x 3 (3 Cv x 3 fechas de muestreo para el número de hijuelos y 11 fechas de muestreo para las demás variables) con 15 repeticiones. El mayor número de hijuelos por m⁻¹ lineal (15.27) se observó a los 120 días después de la siembra (DDS). Los cultivares MEX 79-431 y MEX 69-290, presentaron respectivamente, el mayor (12.33) y menor (9.86) número de hijuelos. El número de tallos entre los cultivares de caña de azúcar fue similar. el número de tallos se estabilizó a partir de los 210 DDS. El cultivar CP 72-2086 presentó mayor altura de tallo con 2.32 m; mientras que MEX 79-431, obtuvo el valor más bajo para esta variable con 2.03 m. El crecimiento de tallos se estabilizó a partir de los 330 DDS. El diámetro de tallo se redujo de acuerdo con la edad del cultivo y su media varió de 27.38 a 29.55 mm. El mayor diámetro de tallos correspondió al cultivar MEX 79-431 (29.10 mm).

Palabras clave: *análisis biométrico, cultivares, caña de azúcar.*

INTRODUCCIÓN

Para el análisis de los patrones de crecimiento de la caña de azúcar se deben realizar mediciones de variables biométricas, de biomasa y de rendimiento (Salgado et al., 2013). La evaluación de algunas variables morfológicas como altura, diámetro, número de plantas por metro lineal, área foliar y producción, hace posible la identificación de la capacidad productiva de diferentes cultivos y variedades y también de analizar los efectos del manejo del cultivo adoptado sobre una especie (De Oliveira *et al.*, 2010). El crecimiento de la caña de azúcar ocurre a través de la interacción del cultivo con factores ambientales. La mejor comprensión de tales interacciones puede obtenerse mediante el análisis cuantitativo del crecimiento y mediante mediciones biométricas de las plantas durante su desarrollo, lo que permite el uso de índices fisiológicos en el intento de verificar las diferencias entre los cultivares y modelar el crecimiento en diferentes prácticas de manejo y ambientes de producción (Freire *et al.*, 2010). Los datos biométricos se miden en plantas intactas (evaluaciones no destructivas) o cosechadas (evaluaciones destructivas), pudiéndose monitorear los parámetros de número de tallos industrializables por metro lineal, diámetro medio de tallos, altura media de tallos (Silva *et al.*, 2012), entre otras. Por todo ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de las variables biométricas de tres cultivares de caña de azúcar, durante el ciclo plantilla, en el área de abastecimiento del Ingenio Santa Rosalía de la Chontalpa.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en condiciones de temporal, durante el ciclo plantilla en el área de abastecimiento del Ingenio Santa Rosalía de la chontalpa (ISRCH), utilizando tres cultivares de caña de azúcar (MEX 69-290, MEX 79-431 y CP 72-2086). Para ello se ubicaron y georreferenciaron 9 parcelas comerciales (3 por cada cultivar) con fechas de siembra similares, dentro de las cuales se establecieron 5 sitios de observación de 30 x 30 m, en los cuales se llevaron a cabo las mediciones biométricas que a continuación se describen:

Número de hijuelos. El conteo de hijuelos (No. m^{-1} lineal) se realizó en 2 m lineales de los 60 a 120 días después de la siembra (DDS), los cuales corresponde a los primeros tres meses de crecimiento del cultivo en el ciclo plantilla.

Para el análisis estadístico de los datos de numero de hijuelos se utilizó un diseño de bloques al azar, con un arreglo factorial 3 x 3 (3 Cv x 3 fechas de muestreo) con 15 repeticiones. Se realizó el análisis de la varianza (ANOVA) para el efecto Cv, fecha de muestreo y la interacción Cv x fecha de muestreo, con un nivel de significancia $p \leq 0.05$. Observándose diferencias estadísticas, se realizó la comparación múltiple de medias de Tukey, utilizando para ello, el software estadístico INFOSTAT versión 2018.

Número de tallos. El conteo de tallos (m^{-1} lineal) se realizó en un surco de 2 m lineales de cada sitio, a partir del cuarto mes de crecimiento y hasta la cosecha del cultivo.

Diámetro de tallos. El registro del diámetro de tallos (mm) se realizó mensualmente hasta la cosecha, en 10 tallos de cada sitio, a partir del cuarto mes de crecimiento, utilizando un vernier en la parte media de cada tallo.

Altura de tallos. La medición de la altura de tallos (m) se realizó a partir del cuarto mes de crecimiento, en 10 tallos de cada sitio, utilizando un flexómetro desde la base del tallo hasta la última hoja con aurícula visible. Las mediciones se realizaron mensualmente hasta la cosecha.

Para el análisis estadístico de los datos de las variables número, altura y diámetro de tallos, se utilizó un diseño de bloques al azar, con un arreglo factorial 3 x 11 (3 Cv x 11 fechas de muestreo) en el ciclo de plantilla y 3 x 9 (3 Cv x 9 fechas de muestreo) en el ciclo de soca, con 15 repeticiones en cada ciclo. Se realizó el análisis de la varianza (ANOVA) para el efecto de Cv, fecha de muestreo y la interacción Cv x fecha de muestreo, con un nivel de significancia $p \leq 0.05$. Observándose diferencias estadísticas, se realizó la comparación múltiple de medias de Tukey, utilizando para ello, el software estadístico INFOSTAT versión 2018.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Numero de hijuelos. Se observa diferencia estadísticamente significativa entre los cultivares MEX 79-431 y MEX 69-290, las cuales presentaron el mayor y menor valor respectivamente (Cuadro1). Para el efecto días después de la siembra (DDS) también se encontró diferencia, siendo 60 DDS cuando se contó el menor número de hijuelos y 120 DDS, donde se observó el mayor amacollamiento (Salgado et al., 2013).



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Cuadro 1. Análisis de la varianza (ANAVA) del número de hijuelos (m^{-1} lineal) de tres cultivares (Cv) de caña de azúcar durante el ciclo plantilla

DDS/Cv	MEX 69-290	MEX 79-431	CP 72-2086	Media DDS
60	4.77 a	7.4 ab	7.2 ab	6.46 A
90	10.07 bc	13.23	12.63 cd	11.98 B
120	14.73 cd	13.93 cd	17.17 d	15.27 C
Media Cv	9.86 a	12.33 b	11.51 ab	
C. V (%):	39.67			
	P-VALOR:	DMS		
Cv	0.0317*	2.2155		
DDS	0.0001**	2.2155		
Cv x DDS	0.3331NS	5.08301		

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$).

Número de tallos. No se observó diferencia estadísticamente significativa para el efecto cultivar y sí, para el efecto DDS y para la interacción Cv x DDS (Cuadro 2). En cuanto a los DDS, solo hubo diferencia estadística entre los 150, 180 y 210 días, en los cuales hubo aumento del número de tallos conforme aumentaba la edad del cultivo. Después de los 210 DDS y hasta la cosecha, el número de tallos permaneció constante durante los muestreos realizados. Los valores de número de tallos obtenidos en este trabajo, son superiores a los reportados por De Oliveira *et al.* (2005) que fueron de 7.44, 9.02 y 8.64 plantas m^{-1} para los cultivares RB 72454, RB 855113 y RB 855536, respectivamente, a los 328 DDS.

Cuadro 2. Análisis de varianza (ANAVA) del número, altura y diámetro de tallos durante el ciclo plantilla de tres cultivares (Cv) de caña de azúcar en el ISRCH.

	Cv	DDS	Cv x DDS	C. V. (%)	
No. Tallos (m^{-1} lineal)	0.1171NS	0.0001**	0.0018**	18.42	
Altura (m)	0.0001**	0.0001**	0.0001**	19.86	
Diámetro (mm)	0.0001**	0.0001**	0.0001**	3.06	
Int. DDS x Cv		MEX 69 290	MEX 79-431	CP 72-2086	DDS
	150	7.75 ab	6.83 a	8.77 abc	7.78 A
					10.27
	180	9.54 abcd	10.93 bcdef	10.33 bcdef	B
					12.99
	210	12.96 defgh	12.13 cdefg	13.87 fgh	C
	240	14.0 fgh	13.07 efgh	13.73 efgh	13.6 C
					13.33
	270	13.32 efgh	12.87 defgh	13.8 efgh	C
					13.71
	300	14.04 fgh	12.83 defgh	14.27 fgh	C
	330	13.93 fgh	13.0 defgh	14.17 fgh	13.7 C
					13.34
	360	13.61 efgh	12.97 defgh	13.43 efgh	C
					13.31
	390	12.28 defg	13.73 efgh	14.3 fgh	C
					13.21
No. Tallos (m^{-1} lineal)	420	12.14 cdefg	14.85 gh	12.65 defg	C



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

	450	12.0 cdefg	16.2 h	12.65 defg	13.62 C
	Media Cv	12.32 a	12.64 a	12.91 a	
	150	0.81 a	0.77 a	0.87 a	0.82 A
	180	1.22 ab	0.98 a	1.34 ab	1.18 B
	210	1.66 bcde	1.38 ab	1.63 bc	1.56 C
	240	1.91d	1.81 bcde	1.83 bcde	1.91 D
	270	2.09 cdefg	2.05 cdef	2.11 cdef	2.14 D
	300	2.28 defghi	2.06 cdef	2.2 cdefgh	2.18 D
	330	2.6 fghijk	2.51 fghijk	2.71 ghijk	2.61 E
	360	2.69 ghijk	2.75 hijk	2.95 jkl	2.8 E
	390	2.46 fghijk	2.86 ijkl	3.05 kl	2.79 E
	420	2.51 fghijk	2.7 ghijk	3.39 l	2.87 E
	450	2.36 efghij	2.41 efghij	3.39 l	2.72 E
Altura (m)	Media Cv	2.08a	2.03 a	2.32 b	
	150	29.12 de	29.87 e	29.67 e	29.55 C
	180	28.28 cd	29.08 de	27.47 bc	28.28 B
	210	26.89 ab	28.95 de	27.4 bc	27.75 AB
	240	26.92 ab	28.97de	26.91 ab	27.6 A 27.73
	270	27.19 bc	29.29 de	26.7 ab	AB 27.38
	300	26.99 abc	29.39 de	25.76 a	A 27.94
	330	27.08 abc	29.2 de	27.54 bc	AB 27.48
	360	26.63 ab	29.17 de	26.64 ab	A 27.7A
	390	27.27 bc	28.96 de	26.97 abc	AB 27.91
	420	27.26 bc	29.01 de	27.47 bc	AB 27.69
	450	27.33 bc	28.26 cd	27.47 bc	AB
Diámetro (mm)	Media Cv	27.36a	29.1 b	27.27 a	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$).

Altura de tallos. El ANAVA mostró diferencia estadística altamente significativa tanto para el efecto Cv como para el efecto DDS y la interacción entre estos. La prueba de medias de Tukey señala que el cultivar CP 72-2086, fue el que alcanzó la mayor altura de tallos. En cuanto a las fechas de muestreo, se aprecia que desde los 150 hasta los 240 DDS hubo diferencia estadísticamente significativa y se observa un crecimiento lineal durante ese periodo de tiempo (Cuadro 2). Dichos valores son ligeramente inferiores a los encontrados para 10 cultivares brasileños de caña de azúcar bajo diferentes láminas de riego (De Oliveira *et al.*, 2010).

Diámetro de tallo. Se observó diferencias estadísticamente significativas entre los Cv, los DDS y la interacción de estas dos para la variable diámetro de tallos. La prueba de Tukey, indica que el cultivar MEX 79-431 presentó mayor diámetro de tallo. En cuanto a las fechas de muestreo, se aprecia, de



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

manera general, que esta variable tiende a disminuir conforme avanza la edad del cultivo. Los valores de diámetro de tallos obtenidos en este trabajo son similares a los reportados por De Oliveira *et al.* (2010), para 10 cultivares de caña de azúcar, bajo diferentes niveles de riego en Brasil.

CONCLUSIONES

El mayor número de hijuelos, se observó en el muestreo realizado a los 120 después de la siembra (DDS). MEX 69-290 presentó el menor macollamiento, mientras que MEX 79-431 obtuvo el valor más alto para esta variable. El número de tallos por metro lineal, fue similar entre los cultivares evaluados. CP 72-2086 alcanzó la mayor altura de tallos, mientras que MEX 79-431 presentó mayor diámetro de tallos.

AGRADECIMIENTOS Y/O FUENTE FINANCIERA

Al proyecto COMPASS-México (*Sistema de servicios de análisis de producción, gestión y observación de cultivos*), a la CNPR, al Ingenio Santa Rosalía de la Chontalpa y al CONACYT.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- De Oliveira, R. A., E. Daros, J.L. C. Zambon, H. S Koehler, e D.K. T. Silva. (2005). Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-planta, no estado do Paraná: taxas de crescimento. *Scientia Agrária*, 6(1-2):85-89.
- De Oliveira, C.A. E., R. I. De Oliveira, B. M. T. De Andrade, F. J. Freire, M. A. Lira J. & P. R. Machado. (2010). Crescimento e acúmulo de matéria seca em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação plena. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, 14(9):951–960.
- Freire, F. J., E. C. A. De Oliveira., M. B. G. Dos Santos-F., R. I. De Oliveira and A. C. De Oliveira. (2010). Growth indices of eleven sugarcane varieties grown under full irrigation environments in Brazil. In: 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World 1 – 6 August 2010, Brisbane, Australia. Disponible en <https://www.iuss.org/19th%20WCSS/Symposium/pdf/1600.pdf>.
- Salgado G.S., E.L.C. Lagunes., E.R. Núñez., O.C.F.Ortiz., A.L. Bucio., y I.E.M. Aranda.(2013). CAÑA DE AZUCAR: Producción sustentable. BBA, Colegio de Postgraduados-Mundi Prensa. México, D.F. 520 p.
- Silva, D.F. C.A., A. R. A. Da Silva, F. M. L. Bezerra, C. D.S. Ferreira e R. R. De Andrade. (2012). Crescimento vegetativo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) irrigada com água de esgoto doméstico tratado. *Conex. Ci. e Tecnol*, 6 (1): 27-43.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**VARIABILIDAD ESPACIAL DE ALGUNAS PROPIEDADES QUÍMICAS DE UN SUELO CAMBISOL
CULTIVADO CON CACAO (*Theobroma Cacao L.*)**

**SPATIAL VARIABILITY OF SOME CHEMICAL PROPERTIES OF A CAMBISOL SOIL CULTIVATED
WITH COCOA (*Theobroma Cacao L.*)**

^{1*}Salgado Velázquez, S., ¹Salgado García, S.; ¹Palma López, D.J.; ¹Zavala Cruz, J.; ²Córdova Sánchez, S.; ¹Rincón Ramírez, J.A.; ¹Ortiz García, C.F., ¹Hernández Nátaren, E.

¹Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco, Producción Agroalimentaria Tropical. Km. 3.5 Periférico Carlos A. Molina S/N. H. Cárdenas, Tabasco. CP 86500. México. ²Universidad Popular de la Chontalpa. Cuerpo Académico de Química Verde y Desarrollo Sostenible (CA-QVyDS). Carretera Cárdenas - Huimanguillo, Km. 2.0 Cárdenas, Tabasco, México. CP. 86500.

Autor de correspondencia: salgados@colpos.mx

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la variabilidad espacial de algunas propiedades químicas de un suelo cambisol para establecer zonas específicas de manejo agronómico para el cultivo de cacao. Se realizó un muestreo de 42 puntos georreferenciados equidistantes a 40 m. Con los resultados del análisis químico de las propiedades del suelo se realizaron los mapas de variabilidad geoestadística, utilizando la técnica de interpolación kriging ordinario. Se encontró que el porcentaje de saturación de aluminio (PSA), Acidez e H presentaron alta variabilidad; P-Olsen, K, Ca y Mg variabilidad mediana, y el pH, MO, CIC y Al presentaron baja variabilidad. Las propiedades del suelo pH, PSA; P-Olsen, Ca y Mg presentaron alta dependencia espacial (<25%) y MO, K y CIC moderada dependencia espacial (25-75%). Los mapas generados permitieron identificar áreas parciales con diferente variabilidad, así como la dirección de mayor variabilidad de la propiedad en función de la distancia. Con los mapas fue posible realizar recomendaciones de manejo agronómico en función de cada zona de manejo específica.

Palabras clave: *variabilidad, espacial, cacao, kriging, variograma*

INTRODUCCIÓN

La variabilidad de las propiedades químicas y físicas del suelo es una condición inherente al mismo, debido a que en su formación intervienen varios procesos que, a su vez, están controlados por los factores de formación (clima, material parental, organismos, relieve y tiempo) (Jaramillo, 2011). En el estado de Tabasco, se está expandiendo el área cultivada con cacao de alta densidad de plantación lo que implicará en un futuro un mayor consumo de nutrientes. Al no contar con estudios en el manejo de la variabilidad espacial de las propiedades químicas de los suelos, se planteó el objetivo de evaluar la variabilidad espacial de algunas propiedades químicas de un suelo Cambisol para establecer zonas específicas de manejo agronómico para el cultivo de cacao, lo que permitirá hacer un uso adecuado de los fertilizantes y contribuir a mejorar o mantener la fertilidad del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó de septiembre a diciembre de 2015, en un predio de 7 ha cultivado con cacao de alta densidad con el clon INIFAP 8 (2700 plantas ha⁻¹), y con riego por goteo, ubicado en la rancharía Caobanal 2da. Sección, en el municipio de Huimanguillo, Tabasco.

Los sitios de muestreo se establecieron a partir de una cuadrícula de 42 nodos equidistantes a 40 m trazados en gabinete los cuales fueron posteriormente replanteados en campo con un sistema geoposicionador de precisión submétrica. Se colectaron las muestras de 0 a 30 cm de profundidad, por cada una se colectaron dos submuestras para tener un peso de suelo de 1.0 kg (Salgado et al., 2013). Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de fertilidad de suelos del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Las determinaciones de Reacción del suelo (pH), en agua relación 1:2,



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Conductividad eléctrica (CE), Materia orgánica (MO), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), y (Al) Aluminio intercambiable; se realizaron con los métodos establecidos en la NOM-021-RECNAT (2001).

Para las propiedades químicas, se realizó el análisis de la variabilidad de acuerdo con la estadística clásica, y se determinaron las medidas de tendencia central y dispersión. Con estas se calculó el número de muestras que se deben tomar para obtener el valor de cada parámetro (Acevedo *et al.*, 2008). Se realizaron pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk y Kolmorov-Smirnov (Jaramillo, 2010) mientras que los valores atípicos fueron determinados por la gráfica de cajas y bigotes, y estos fueron reemplazados por la media de los vecinos siguiendo la adopción de Jolliffe (2002). Se realizó el análisis geoestadístico, calculando los valores de semivarianza experimental. Luego, se ajustó el semivariograma experimental al semivariograma teórico utilizando el método gráfico (Gotway y Hartford, 1996). Con el modelo teórico y el valor de los parámetros del semivariograma experimental, se aplicó el método de interpolación de Kriging, para obtener los mapas de distribución de los valores de las variables en el área de estudio, utilizando el programa geoestadístico Vesper así como los módulos geoestadísticos de R y ArcGis v. 9.0 (ESRI, 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todas las propiedades estudiadas la kurtosis fue mayor a 2 excepto para Ca y Mg, mostrando un sesgo hacia la derecha. Esta asimetría es mayor para P-Olsen, K, Zn y Mg. Con respecto al sesgo solamente el pH, MO, P-Olsen, K, Ca y Mg, se encontraron valores muy cercanos a cero.

Análisis geoestadístico de las propiedades químicas del suelo. Para todas las propiedades, los variogramas se ajustaron considerando la distribución como isotrópica. Se seleccionaron los variogramas mejor ajustados basándose en el error cuadrático medio (RMSE) y los criterios de Akaike (AIC) usando VESPER 1.6 (Rodríguez *et al.*, 2013). La distribución de la variabilidad de las propiedades químicas y físicas del suelo se presenta en las Figura 1.

La distribución de la variabilidad de las propiedades químicas y físicas del suelo se presenta en las Figura 1, y la validación cruzada a todos los semivariogramas ajustados y los errores de predicción se presentan en el Cuadro 1, los cuales se discuten a continuación para cada propiedad del suelo.

El Potencial de Hidrógeno (pH), se ajusta a un modelo de variabilidad espacial de tipo exponencial (Cuadro 1) y genera dos zonas de manejo (Figura 1a). La clase más alta de pH (>4.5), se ubica de sur hacia el noroeste del predio y representa la mayor superficie. La segunda clase (<4.5) ocupa el resto de la superficie. No obstante, de que ambas clases de pH se clasificaron como fuertemente ácido (<5.0), lo cual restringe la disponibilidad de los nutrimentos en el suelo Cambisol (Letelier, 1967), se sugiere la aplicación anual de 1 t ha⁻¹ de cal dolomítica para elevar en media unidad el pH del suelo Cambisol.

El porcentaje de saturación de acidez (PSA), se ajusta a un modelo de variabilidad espacial de tipo Gaussiano (Cuadro 1) generando tres zonas de manejo en el predio (Figura 1b). El PSA de 0-20 coincide con la clase más alta del pH del suelo lo cual reflejaría menor toxicidad del Al para el cultivo de cacao y se distribuye suroeste, sur y norte. El PSA de 20-40 ocupa la mayor superficie y se distribuye desde el centro a noroeste a sureste. El PSA de 40-60 se distribuye de sureste, este y noreste. Los últimos PSA también coinciden con el menor pH. Lo anterior refuerza la idea de mejorar el programa de encalado, realizando aplicaciones de cal dolomítica de 1.0 y 1.5 t ha⁻¹ para las zonas de pH >4.8 y <4.3, respectivamente; complementada con 0.5 t de yeso (CaSO₄), esta sal es soluble y permite que el calcio pase a mayor profundidad del suelo (Vitti *et al.*, 1992; Kingston *et al.*, 2007). Lo que permitiría reducir la toxicidad del Al intercambiable y mejorar la disponibilidad de los nutrimentos.

La materia orgánica (MO) se ajustó a un modelo de variabilidad espacial de tipo Gaussiano (Cuadro 1) y genera tres zonas de manejo es el predio (Figura 1c). Las clases de MO se clasificaron muy pobre (<1.0 %), pobre (1.0-2.0 %) y medio (2.0-3.0 %) en el suelo Cambisol, de acuerdo a la clasificación de Tavera (1995). Conservar la MO asegura el suministro de nutrientes al suelo a largo plazo, razón por la cual se recomienda la aplicación de compostas y dejar restos de podas y de residuos de la mata de plátano para evitar la erosión de la capa superficial del suelo. Dado que esta plantación es de alta densidad se recomienda aplicar 100 kg ha⁻¹ de nitrógeno al año. Por su parte, Silva *et al.* (2016)

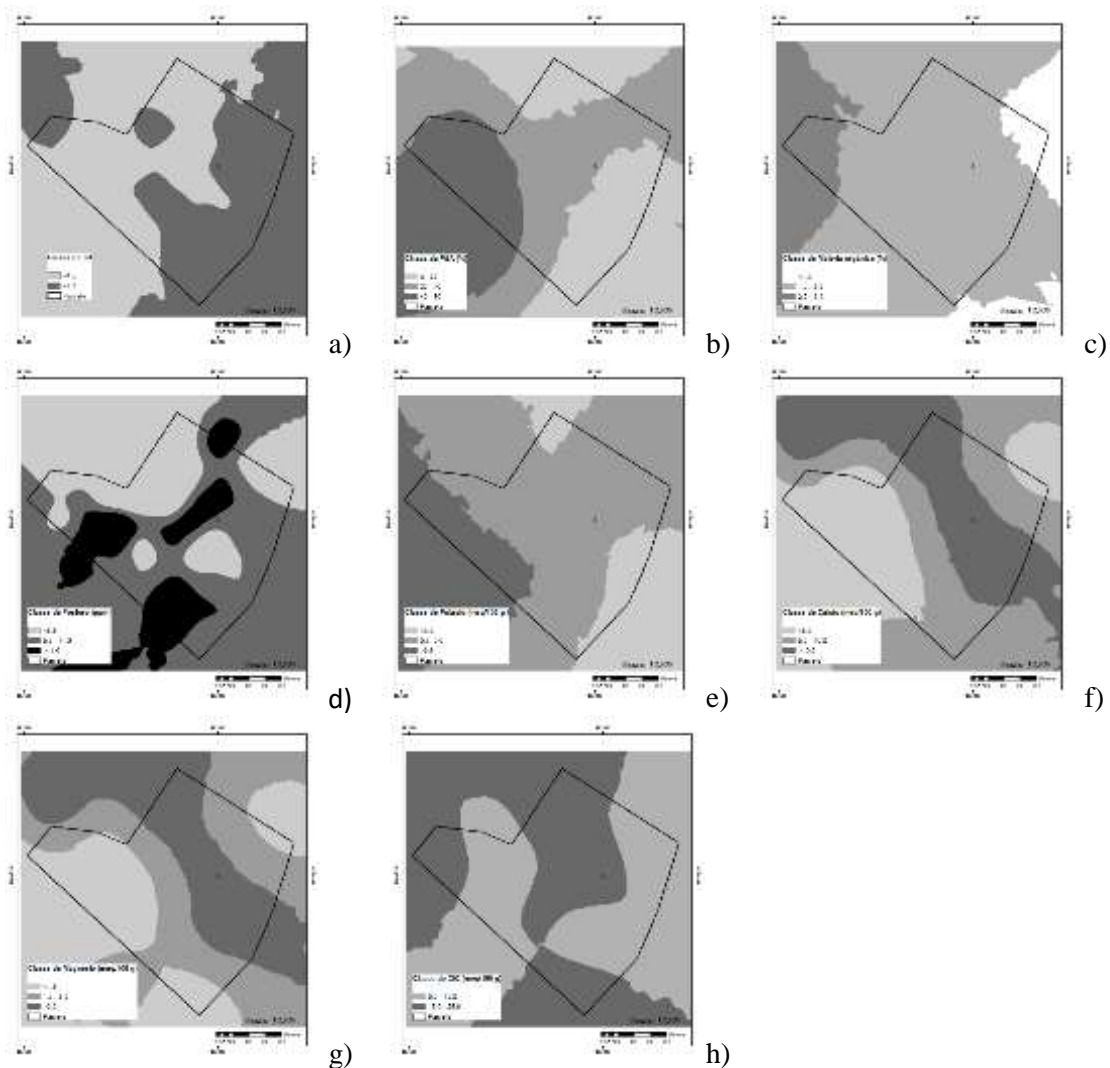


XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021

Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL

25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

encontraron que la densidad aparente del suelo, el volumen total de poros y el diámetro medio geométrico dependen de la cantidad total de carbono orgánico en el suelo cultivado con cacao. El fósforo (P-Olsen) se ajusta a un modelo de variabilidad espacial de tipo esférico (Cuadro 1) generando tres zonas de manejo agronómico en el predio (Figura 1d). La clase baja de P (<5.5 ppm) se distribuye de norte a noreste y en el oeste. La clase media de P (5.5-11.0 ppm) ocupa la mayor superficie y se distribuye de noroeste al sur, y sureste a este; dentro de ella se ubica la clase alta (>11 ppm) de P (CSTPA, 1980). La clase media y alta reflejan la acumulación de fósforo a través de la fertilización química realizada a cultivos como sandía y chile habanero, previo a la plantación del cacao. Se recomienda aplicar 100, 75 y 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ al año para la clase, baja, media y alta, respectivamente. El potasio intercambiable (K) se ajustó a un modelo de variabilidad espacial de tipo Gaussiano (Cuadro 1) generando tres zonas de manejo agronómico en el predio (Figura 1e). La clase baja de K (< 0.20 meq/100 g) se ubica hacia el norte y otra sección al suroeste y, ocupa la menor superficie. La clase media (0.3-0.6 meq/100 g) se ubica de noroeste pasando por el centro hacia el sur y al noreste; esta clase ocupa la mayor superficie. La clase alta (>0.6 meq/100 g) se ubica de este a noreste. 150, 100 y 50 kg ha⁻¹ de K₂O al año, según la clase, respectivamente.





**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Figura 1. Mapas generados por el método de interpolación Kriging para las propiedades del suelo Cambisol: a) pH, b) PSA, c) MO, d) Fósforo, e) Potasio, f) Calcio, g) Magnesio y h) CIC.

Cuadro 1. Criterios de selección de modelo, características y errores de predicción de los modelos de los semivariogramas seleccionados para las propiedades químicas del suelo Cambisol cultivado con cacao.

Variable	Criterios de selección del modelo		Modelo	Nugget (Co)	Partialsill (C)	Sill (Co+C)	Rango (Ao)	Errores de predicción del modelo				SDI (%)
	RMSE	AIC						1	2	3	4	
pH	0.001	188.9	Exponencial	0	0.021	0.021	106.85	0.125	0.019	0.977	0.130	0
PSA (%)	2.34	133.4	Gaussiano	0.280	1.463	1.744	286.41	0.696	0.018	1.124	0.614	16
MO (%)	0.006	128.3	Gaussiano	0.063	0.109	0.172	613.72	0.259	0.009	0.987	0.264	37
P (ppm)	4.32	117.6	Esférico	0	75.938	75.938	78.46	6.475	0.006	0.896	7.489	0
K (meq/100 g)	0.004	203.1	Gaussiano	0.020	0.029	0.050	395.29	0.154	0.012	0.998	0.154	41
Ca (meq/100 g)	1.79	84.06	Gaussiano	0.066	0.702	0.768	209.02	2.061	0.011	1.022	2.026	9
Mg (meq/100 g)	0.203	1.36	Gaussiano	0.264	1.841	2.105	183.04	0.696	0.007	1.029	0.679	13
CIC (Cmol (+) kg-1)	0.870	56.68	Gaussiano	0.009	0.008	0.018	113.65	2.040	0.019	0.986	2.087	51

1. Error medio estandarizado; 2. Error cuadrático medio; 3. Error estándar promedio y 4. Error cuadrático medio estandarizado.

$$SDI = [Co / (Co + C)] \times 100$$

El calcio intercambiable (Ca) se ajusta a un modelo de variabilidad espacial de tipo Gaussiano (Cuadro 1) y se generan tres zonas de manejo agronómico en el predio (Figura 1f). Las clases de Ca se clasifican como bajas (<5.0 meq/100 g), medias (5.0-10.0 meq/100 g) y altas (>10.0 meq/100 g). La clase alta de Ca se ubica al norte y hacia el suroeste y coincide con la clase más alta de pH, y guarda una relación lineal. La clase media ocupa la mayor superficie y dentro de ella se encuentra la clase alta de Ca. La clase baja de Ca se ubica de sureste a noreste, esta coincide con la clase de menor pH, y otra sección hacia el noroeste. Lo cual refuerza la idea de mejorar el programa de encalado.

El magnesio intercambiable (Mg) se ajustó a un modelo de variabilidad espacial de tipo Gaussiano (Cuadro 1) generando tres zonas de manejo agronómico en el predio (Figura 1g). Las clases de Mg se clasifican como bajas (<1.5 meq/100 g), medias (1.5-3.0 meq/100 g) y altas (>3.0 meq/100 g). La clase baja de Mg se ubica de sureste a este, coincidiendo con la clase baja de Ca y pH, y otra sección al noroeste; ocupando la menor superficie. La clase media de Mg ocupa la mayor superficie, dentro de ella se encuentra la clase alta de Mg y coincide con la clase más alta de Ca y pH. La distribución de las clases de Mg es similar a las clases de Ca.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) se ajustó a un modelo de variabilidad espacial de tipo Gaussiano (Cuadro 1). Se generaron dos zonas de manejo agronómico de acuerdo a la CIC en el predio (Figura 1i). La clase baja de CIC (5.0-15.0 meq/100 g) se ubica de noroeste hacia a suroeste, y otra sección al este; ocupa la menor superficie. También se asocia con las clases bajas de pH, PSA, Ca y Mg; para este caso, es necesaria la aplicación de compostas y/o dejar sobre la superficie del suelo los restos de poda para incrementar la CIC a largo plazo. Al respecto, Daymond *et al.* (2002), encontraron que la poda de árboles de sombra resultó en una mayor apertura del dosel, transmitancia de luz y caída a las fluctuaciones de temperatura y humedad se redujo en el cultivo de cacao. La clase media (15.0-25.0 meq/100 g) se distribuye del centro del predio hacia el norte y hacia el sur, siendo la recomendable para el cultivo de cacao.

CONCLUSIONES

El PSA, Acidez e H intercambiables presentaron alta variabilidad; P-Olsen, K, Ca y Mg intercambiables variabilidad mediana, y el pH, MO, CIC, Al baja variabilidad.

El análisis geoestadístico estableció zonas de manejo agronómico específicas en el predio. Se determinó que las propiedades del suelo pH, PSA; P-Olsen, Ca y Mg presentaron alta dependencia espacial (<25%) y MO, K y CIC moderada dependencia espacial (25-75%). Con los mapas generados por el método de Kriging ordinario se identificaron áreas parciales con diferente variabilidad, así como la dirección de mayor variabilidad de la propiedad en función de la distancia. Con estos mapas fue posible realizar recomendaciones de manejo agronómico en función de la necesidad de cada zona de manejo específica.

LITERATURA CITADA

- Acevedo, D. C., Álvarez, A.S., Hernández, M.E., Maldonado, T.M., Pérez, G.R. y Castro, B.R. 2008. Variabilidad espacial de propiedades químicas del suelo y su uso en el diseño de experimentos. *Terra Latinoamericana*, 26(4): 317-324.
- Arévalo-Hernández, C. O., da Conceição Pinto, F., de Souza Júnior, J. O., de Queiroz Paiva, A., & Baligar, V. C. 2019. Variability and correlation of physical attributes of soils cultivated with cacao trees in two climate zones in Southern Bahia, Brazil. *Agroforestry Systems*, 93(3): 793-802.
- Cambardella, C. A., T.B. Moorman., J.M. Novack., T.B. Parkin., D.L. Karlen., R.F. Turco, and A.E. Knopka. 1994. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil Science Society America Journal*, 58(4): 1501-1511.
- CSTPA. Council on Soil Testing and Plant Analysis. 1980. Handbook on reference methods for soil testing. Athens, GA. USA. 264 p.
- Daymond, A. J., Hadley, P., Machado, R. C. R., & Ng, E. 2002. Canopy characteristics of contrasting clones of cacao (*Theobroma cacao*). *Experimental Agriculture*, 38(3): 359-367.
- ESRI. Environmental System Research Institute. 2012. ArcGIS 9.1. Redlands, California USA.: ESRI.
- Gotway, C. A., and H.A. Hartford. 1996. Geostatistical methods for incorporating auxiliary information in the prediction of spatial variables. *Journal. Agricultural Biologic Environment Statics*, 1: 17-39.
- Jaramillo, D. F. J. 2011. Dependencia espacial de algunas propiedades químicas superficiales del suelo y de algunas variables de producción en cultivos de crisantemo bajo invernadero. *Revista Científica UDO Agrícola*, 10(1): 60-67.
- Jolliffe, I.T. 2002. *Principal Component Analysis*, 2nd ed. Springer-Verlag, New York, NY. USA. 233-268 p.
- Kingston, G., Meyer, J.H., Garside, A. L., NG KeeKwong, K.F., Jeyabal, A. and Korndörfer, G.H. 2007. Better management practices in sugarcane fields. In: *Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol*, 26: 3-16.
- Letelier, A.E. 1967. *Manual de fertilizantes para Chile*. Banco del Estado. Santiago, Chile. 26-50 p.
- Minasny, B., A.B. Mcbratney, and B.M. Whelan. 1999. *VESPER Version 1.6*. Australian Centre for Precision Agriculture, The University of Sydney, Sydney, Australia.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

- NOM-021-RECNAT. (2001). Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2001. 75 p.
- Rodrigues, Jr. F.A., Magalhaes, P.S.G. and Franco, H.C.J. 2013. Soil attributes and leaf nitrogen estimating sugar cane quality parameters: Brix, pol and fibre. *Precision Agricultural*, 14: 270-289.
- Salgado, G.S., D.J.L. Palma, E.M. Castelán, E.L.C. Lagunes, y L.H. Ortiz. 2013. Manual para muestreo de suelos, plantas y aguas e interpretación de análisis para la producción sostenible de alimentos. Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco. H. Cárdenas, Tabasco, México. 101 p.
- Silva, D. M. P. D., Campos, M. C. C., Franciscon, U., Alho, L. C., Santos, L. A. C. D., Neto, P., & Souza, Z. M. D. 2016. Spatial variability of soil properties in archeological dark earth sites under cacao cultivation. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 40.
- Tavera, S. G. 1995. Criterios para la interpretación y aprovechamiento de los reportes de laboratorio para las áreas de asistencia técnica. Publicación 3. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Delegación La Laguna, Coahuila, México. 258 p.
- Vitti, G.C., Mazza, J.A., Pereira, H.S., and J.L.I. Dematte. 1992. Resultados experimentales do uso de gesso na agricultura caña-da-acucar. In: *II Seminario Sobre o Uso do Gesso na Agricultura*. IBRAFOS, Piracicaba, SP, Brasil, pp. 191-224.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**CLASIFICACIÓN POR FERTILIDAD DE LOS SUELOS DEL ÁREA DE ABASTECIMIENTO DEL
INGENIO PUJILTÍC**

CLASSIFICATION BY FERTILITY OF CANE SOILS OF THE SUPPLY AREA OF PUJILTIC ENGINE

^{1*}Salgado Velázquez, S., ¹Salgado García, S.; ¹Palma López, D.J.; ¹Zavala Cruz, J.; ²Córdova Sánchez, S.; ¹Rincón Ramírez, J.A.; ¹Ortiz García, C.F., ¹Hernández Nátaren, E.

¹Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco, Grupo MASCAÑA. Km. 3.5 Periférico Carlos A. Molina S/N. H. Cárdenas, Tabasco. CP 86500. México. ²Universidad Popular de la Chontalpa. Cuerpo Académico de Química Verde y Desarrollo Sostenible (CA-QVyDS). Carretera Cárdenas - Huimanguillo, Km. 2.0 Cárdenas, Tabasco, México. CP. 86500.
Autor para correspondencia: salgados@colpos.mx

RESUMEN

El FCC agrupa a los suelos del área de abastecimiento del Ingenio Pujiltíc (IP) de acuerdo con parámetros cuantificables de la capa superior del suelo y algunas características del subsuelo directamente vinculadas con el crecimiento de caña de azúcar. Los factores que limitan la potencialidad de los suelos del IP para su uso agropecuario son seis: alcalinidad, exceso o déficit de agua, contenido de arcilla, erosión, deficiencias nutrimentales y baja CIC, que solos o agrupados influyen en el detrimento de la fertilidad de los suelos. Para resolver estos problemas se requiere un análisis integral que considere el tipo de cultivo, la época de siembra y la disponibilidad de tecnología.

Palabras claves: *Clasificación, Fertilidad, Caña de azúcar, Pujiltic*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**ANÁLISIS BIOMÉTRICO DE CULTIVARES DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL ÁREA DE
ABASTECIMIENTO DEL INGENIO SANTA ROSALÍA DE LA CHONTALPA**

**BIOMETRIC ANALYSIS OF SUGARCANE CULTIVARS IN THE SUPPLY AREA OF THE SANTA
ROSALÍA DE LA CHONTALPA SUGARMILL**

**Izquierdo-Hernández J¹., Salgado-García, S.^{1*}; Lagunes-Espinoza, L.C¹., Palma-López, D.J.¹;
Peña Cabriales J. J²., Córdova-Sánchez, S.³**

¹Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco, Grupo MASCAÑA. Km. 3.5 Periférico Carlos A. Molina S/N. H. Cárdenas, Tabasco. CP 86500. México. ²El Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Irapuato. ³Universidad Popular de la Chontalpa. Carretera Cárdenas - Huimanguillo, Km. 2.0 Cárdenas, Tabasco, México.

Autor para correspondencia: salgados@colpos.mx

RESUMEN

El experimento se realizó en condiciones de temporal, durante el ciclo plantilla en el área de abastecimiento del Ingenio Santa Rosalía de la Chontalpa (ISRCH), utilizando tres cultivares de caña de azúcar (MEX 69-290, MEX 79-431 y CP 72-2086). Para ello se ubicaron y georreferenciaron 9 parcelas comerciales (3 por cada cultivar) con fechas de siembra similares, dentro de las cuales se establecieron 5 sitios de observación de 30 x 30 m, en los cuales se llevaron a cabo las mediciones del número de hijuelos, número, altura y diámetro de tallos. Se utilizó un diseño de bloques al azar, con un arreglo factorial 3 x 3 (3 Cv x 3 fechas de muestreo para el número de hijuelos y 11 fechas de muestreo para las demás variables) con 15 repeticiones. El mayor número de hijuelos por m⁻¹ lineal (15.27) se observó a los 120 días después de la siembra (DDS). Los cultivares MEX 79-431 y MEX 69-290, presentaron respectivamente, el mayor (12.33) y menor (9.86) número de hijuelos. El número de tallos entre los cultivares de caña de azúcar fue similar. el número de tallos se estabilizó a partir de los 210 DDS. El cultivar CP 72-2086 presentó mayor altura de tallo con 2.32 m; mientras que MEX 79-431, obtuvo el valor más bajo para esta variable con 2.03 m. El crecimiento de tallos se estabilizó a partir de los 330 DDS. El diámetro de tallo se redujo de acuerdo con la edad del cultivo y su media varió de 27.38 a 29.55 mm. El mayor diámetro de tallos correspondió al cultivar MEX 79-431 (29.10 mm).

Palabras clave: *análisis biométrico, cultivares, caña de azúcar.*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**VARIABILIDAD ESPACIAL DE ALGUNAS PROPIEDADES QUÍMICAS DE UN SUELO CAMBISOL
CULTIVADO CON CACAO (*Theobroma Cacao L.*)**

**SPATIAL VARIABILITY OF SOME CHEMICAL PROPERTIES OF A CAMBISOL SOIL CULTIVATED
WITH COCOA (*Theobroma Cacao L.*)**

¹*Salgado Velázquez, S., ¹Salgado García, S.; ¹Palma López, D.J.; ¹Zavala Cruz, J.; ²Córdova Sánchez, S.; ¹Rincón Ramírez, J.A.; ¹Ortiz García, C.F., ¹Hernández Nátaren, E.

¹Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco, Producción Agroalimentaria Tropical. Km. 3.5 Periférico Carlos A. Molina S/N. H. Cárdenas, Tabasco. CP 86500. México. ²Universidad Popular de la Chontalpa. Cuerpo Académico de Química Verde y Desarrollo Sostenible (CA-QVyDS). Carretera Cárdenas - Huimanguillo, Km. 2.0 Cárdenas, Tabasco, México. CP. 86500.
Autor de correspondencia: salgados@colpos.mx

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la variabilidad espacial de algunas propiedades químicas de un suelo cambisol para establecer zonas específicas de manejo agronómico para el cultivo de cacao. Se realizó un muestreo de 42 puntos georreferenciados equidistantes a 40 m. Con los resultados del análisis químico de las propiedades del suelo se realizaron los mapas de variabilidad geoestadística, utilizando la técnica de interpolación kriging ordinario. Se encontró que el porcentaje de saturación de aluminio (PSA), Acidez e H presentaron alta variabilidad; P-Olsen, K, Ca y Mg variabilidad mediana, y el pH, MO, CIC y Al presentaron baja variabilidad. Las propiedades del suelo pH, PSA; P-Olsen, Ca y Mg presentaron alta dependencia espacial (<25%) y MO, K y CIC moderada dependencia espacial (25-75%). Los mapas generados permitieron identificar áreas parciales con diferente variabilidad, así como la dirección de mayor variabilidad de la propiedad en función de la distancia. Con los mapas fue posible realizar recomendaciones de manejo agronómico en función de cada zona de manejo específica.

Palabras clave: *variabilidad, espacial, cacao, kriging, variograma*



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

DAÑOS DE COCHINILLA ROSADA DEL HIBISCUS (*Maconellicoccus hirsutus*) EN PLANTULAS DE CACAO

DAMAGE OF PINK HIBISCUS COCHINILLA (*Maconellicoccus hirsutus*) IN SEEDLINGS OF COCOA

¹Ramos Hernández E. ¹Ramírez Guillermo M. Á. ²Castellanos-Potenciano B. P. ¹Hernández Lara P. U. ³Hernández García J. M.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Carretera Cárdenas-Huimanguillo, Km.1. ²INIFAP, Campo Experimental Valles Centrales, Melchor Ocampo No. 7. CP 86400. Domingo Barrio Bajo, Villa de Etla, Oaxaca. ³Estudiante de Ingeniería e Innovación agrícola Sustentable, Tecnológico Nacional de México-Campus Huimanguillo. Carretera del Golfo Mal Paso-el Bellote. Km. 98.5. Ranchería Libertad. CP 86400. Huimanguillo, Tabasco, México.

*Autor para correspondencia: ramos.eder@inifap.gob.mx

RESUMEN

La cochinilla rosada del hibisco (CRH), *Maconellicoccus hirsutus* (Green), es una plaga altamente polífaga que se reportó en México en 1999 y ahora está ampliamente establecida en algunos estados. Aunque *Theobroma cacao* L. es uno de los hospederos alternos en Tabasco, económicamente es importante por la superficie y el valor cultural que representa este cultivo para el estado. Al ser una plaga recientemente establecida en el cultivo de cacao de Tabasco, no se ha evaluado la susceptibilidad y expresión de los síntomas que producen la CRH en diferentes accesiones durante su proceso de alimentación. Se estableció un bioensayo con plántulas de dos accesiones de cacao (UF273 y Neocriollo) se infestaron la CRH; se evaluaron dos días a la semana durante 70 días para determinar el inicio y los síntomas que expresaban las plántulas durante la alimentación de esta plaga. Los daños se observaron a los 9.25 ± 1.5 y 7.75 ± 1.5 en las accesiones UF273 y Neocriollo, respectivamente. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las variedades, por lo que ambas fueron susceptibles a la alimentación de CRH. Sin embargo, esta metodología contribuye en los ensayos para la búsqueda de accesiones tolerantes a esta plaga.

Palabras clave: UF273, Neocriollo, Cochinilla rosada del hibisco



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

Socioeconomía y Desarrollo Rural



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

PRODUCCIÓN MADERABLE DE LOS GÉNEROS *Pinus* Y *Abies* EN ZONAS DE MOVIMIENTO DE GERMOPLASMA

TIMBER PRODUCTION OF *Pinus* AND *Abies* GENRES IN SEED MOVEMENT ZONES

¹Flores, A; ¹Moctezuma López, G y ²Méndez González J

¹Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (Cenid Comef) del INIFAP. Av. Progreso 5, Col. Santa Catarina, Alc. Coyoacán, CDMX. México. ²Departamento Forestal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.

Autor para correspondencia: flores.andres@inifap.gob.mx

RESUMEN

En las últimas décadas, los bosques naturales de coníferas de México, han proveído de múltiples beneficios, siendo el económico el más tangible. No obstante, en este recurso forestal se demanda su administración con el menor impacto posible. La regionalización de bosques basada en las Zonas de Movimiento de Germoplasma (ZMG) es una alternativa para la gestión administrativa de las masas arbóreas, que no limita los esfuerzos económicos y técnicos de las áreas operativas locales, estatales o de unidades de manejo forestal; sin embargo, son pocos los trabajos desarrollados con esta visión. Para determinar la producción de madera de las principales coníferas del país en las ZMG, se analizaron datos estatales sobre volumen de madera producida para especies de *Pinus* y *Abies* del año 2013 al 2017. Se determinó que 19 especies de pino y una de oyamel son las que más contribuyeron a la producción forestal nacional. En particular, *Pinus patula*, *P. douglasiana*, *P. maximinoi*, *P. pseudostrobus*, *P. teocote*, *P. oocarpa*, *P. montezumae* y *P. devoniana* proveyeron 81.39 % del volumen total de pino, y con respecto al oyamel, *Abies religiosa* suministró 100 % del volumen total. Las zonas X.3, V.3, XII.5, XII.3, X.1, XII.2, III.1, III.2 registraron 84.14 % de la producción de madera de pino, y X.3 acumuló 72.16 % de la correspondiente al oyamel. Por otra parte, *Pinus* tuvo un crecimiento de volumen aprovechado de 8.25 %, y *Abies* registró un decremento de 2.14 %; las tasas de pino con las mejores tasas medias de crecimiento anual fueron *P. devoniana*, con 86.94 %; *P. douglasiana*, con 77.94 %; y *P. herrerae* Martínez, con 74.98 %.

Palabras clave: Cosecha de madera, gestión forestal, oyamel, pino.

INTRODUCCIÓN

En México, 65 692 000 ha de bosques fueron dedicadas a la producción de 8.5 millones de m³ de madera en rollo en 2017 (FAO, 2020; Semarnat, 2020), en la cual las coníferas tuvieron mayor participación al Producto Interno Bruto (PIB) nacional con 41 107 millones de pesos (Inegi, 2020; Semarnat, 2020). Esta situación ha requerido implementar programas de gestión sostenible a nivel local y estatal, p. ej. Unidades de Manejo Forestal, bajo métodos silvícolas que buscan incrementar la productividad de los taxones (Semarnat, 2018). Sin embargo, dichos programas no son totalmente claros en cuanto a los valores económicos y sociales que una o varias especies proveen en los diferentes niveles de la gestión; es decir, zonas administrativas con distintas áreas geográficas, climáticas y de crecimiento de taxa, o zonas de movimiento de germoplasma (ZMG). Las ZMG son áreas homogéneas en cuanto a clima y distribución latitudinal o longitudinal para la regulación de semillas, frutos y material vegetativo (Conafor, 2016); lo que ha reducido el movimiento de material vegetal fuera de su distribución natural. En el país han sido definidas 41 ZMG agrupadas en 15 provincias fisiográficas (I.1, I.2..., ..., XV.1, XV.2).

Al respecto, son escasos los trabajos en los cuales se desarrolla alguna propuesta para el manejo de productos o servicios derivados del bosque en ZMG, como la producción maderable de *Abies religiosa* (Kunth) Schldl. & Cham. (Flores, 2019) o estimación del potencial que tienen por ejemplo, la viabilidad



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

de restauración de áreas degradadas con especies de pino (Flores *et al.*, 2021). Ante la escasez de información, el presente trabajo estimó el volumen de madera que se aprovecha de las principales coníferas de México. El documento pretende ser una base para la toma de decisiones durante la administración y conservación de los bosques. El objetivo de la investigación fue determinar la producción de madera de los géneros *Pinus* y *Abies* en ZMG.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se determinó la producción de madera de *Pinus* y *Abies*, las cuales son las coníferas más usadas en la industria forestal mexicana y que se obtiene en los bosques naturales de las ZMG. Se seleccionaron las ZMG definidas por la Conafor (2016) y que se distribuyen en el 100 % del área forestal total del país.

Para cada género y especie, se estimó la producción de madera promedio, a partir de las bases de datos de las especies incluidas en los informes estatales de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de 2013 a 2017. Por otra parte, se determinó la producción de madera promedio aprovechado de 2013 a 2017 en cada ZMG; para ello, se usó el método de Flores (2019) que consiste en hacer la asignación proporcional de la producción forestal maderable promedio (m^3r) de cada género con base en la distribución de las especies, la que se determinó a partir de los datos geográficos (latitud y longitud) de las parcelas del Inventario Nacional Forestal y de Suelo 2004-2007 (Conafor, 2018).

Finalmente, se calcularon los incrementos volumétricos a tasa de interés compuesto de los géneros *Pinus* y *Abies* con sus respectivas especies, y de las ZMG mediante la tasa media de crecimiento anual (TMCA) que se utiliza en periodos de mediano y largo plazo (Moctezuma y Flores, 2020), que para el caso del presente estudio implicó cinco años; es decir, mediano plazo. Cuando algunas especies y ZMG presentaron series con uno o más años sin registro, no se consideró su TMCA en razón de ser series no comparables.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El género *Pinus* tuvo la mayor contribución al volumen maderable con 19 especies y *Abies* la menor con un taxón (Cuadro 1). La producción nacional de madera, proviene de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham., *P. douglasiana* Martínez, *P. maximinoi* H. E. Moore, *P. pseudostrobus* Lindl., *P. teocote* Schiede ex Schltdl. et Cham., *P. oocarpa* Schiede ex Schltdl. et Cham., *P. montezumae* Lamb. y *P. devoniana* Lindl. con 81.39 % del total para el género en el periodo considerado; mientras que para oyamel, *A. religiosa* tuvo 100 % por ser la única especie registrada en las fuentes consultadas. Los resultados del estudio mostraron que la cantidad de m^3 de madera de las ZMG fue variable debido a la presencia/ausencia de diferentes taxones en cada zona.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

Cuadro 1. Producción de madera por especie de 2013 a 2017.

Especies	Cosecha de madera promedio (m ³)
<i>P. patula</i> Schiede ex Schltld. & Cham.	110 029.69
<i>P. douglasiana</i> Martínez	56 554.19
<i>P. maximinoi</i> H. E. Moore	53 303.97
<i>P. pseudostrobus</i> Lindl.	35 667.48
<i>P. teocote</i> Schiede ex Schltld. et Cham.	29 111.48
<i>P. oocarpa</i> Schiede ex Schltld.	23 695.54
<i>P. montezumae</i> Lamb.	23 522.76
<i>P. devoniana</i> Lindl.	19 420.78
<i>P. ayacahuite</i> Ehrenb. ex Schltld.	17 834.97
<i>P. leiophylla</i> Schiede ex Schltld. et Cham.	15 549.68
<i>P. arizonica</i> (Engelm.) Shaw	13 409.88
<i>P. engelmannii</i> Carrière	10 651.16
<i>P. durangensis</i> Martínez	8 520.35
<i>P. herrerae</i> Martínez	7 678.13
<i>P. lumholtzii</i> B. L. Rob et Fernald	4 193.01
<i>P. pringlei</i> Shaw	1 876.02
<i>P. hartwegii</i> Lindl.	462.37
<i>P. lawsonii</i> Roezl ex Gordon	127.68
<i>P. greggii</i> Engelm. ex Parl.	27.94
Subtotal	431 637.08
<i>Abies religiosa</i> (Kunth) Schltld. et Cham.	76 645.04
Subtotal	76 645.04
Total	508 282.12

Al considerar el total de la producción de madera como la sumatoria del promedio de producción forestal de las especies de *Pinus* más la de *Abies*, la participación del primer género fue 84.92 %, lo que demuestra que este es el dominante en la producción de m³ de madera en México. Con relación a las tasas medias de crecimiento anual de ambos géneros durante el periodo de estudio (2013 a 2017), *Pinus* tuvo un crecimiento de volumen aprovechado de 8.25 %, y *Abies* registró un decremento de 2.14 %; los taxa de pino con las mejores tasas medias de crecimiento anual fueron *P. devoniana*, con 86.94 %; *P. douglasiana*, con 77.94 %; y *P. herrerae* Martínez, con 74.98 %.

Con respecto al volumen de madera promedio aprovechado por género en cada ZMG, en 20 ZMG se distribuyeron las especies de *Pinus* y representaron 84.55 % de la producción total de madera; *Abies* se localizó en cinco ZMG y su producción de madera constituyó 15.45 % (Cuadro 2); por lo tanto, estas ZMG tienen un potencial importante para la producción de madera a nivel nacional. En las zonas con participación significativa de *Pinus* se presentó un volumen promedio superior a 20 000 m³; mientras que, para *Abies* el volumen fue >50 000 m³. Al respecto, las zonas X.3, V.3, XII.5, XII.3 y X.1 se consideran muy relevantes; ya que de acuerdo con Flores (2019) cuando el volumen aprovechado en una zona es >40 000 m³, esta corresponde a una de alta producción. Característica que se relaciona con la densidad de árboles en los bosques naturales (Ruelas y Dávalos, 1999). En ambos géneros, el mayor volumen aprovechado se concentró en las zonas ubicadas en el centro del país debido a la presencia de una mayor densidad de árboles, lo que mostró la necesidad de implementar una gestión sostenible en esa región en el corto plazo, debido a que el aprovechamiento de las especies estudiadas es superior al del resto de las zonas analizadas.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

Cuadro 2. Producción de madera promedio de *Pinus* y *Abies* de 2013 a 2017, por zona de movimiento de germoplasma (ZMG).

ZMG	Cosecha de madera (m ³)
<i>Pinus</i>	
X.3	73 421.24
V.3	63 143.73
XII.5	55 279.08
XII.3	46 046.77
X.1	40 787.70
XII.2	30 081.36
III.1	22 944.36
III.2	21 178.65
XII.1	20 652.09
III.4	16 998.94
XIV.1	9 586.22
XV.1	9 281.44
III.3	4 038.00
XIV.2	2 897.00
VIII.3	1 291.78
VIII.4	1 023.26
V.1	607.55
XIV.3	59.34
V.2	46.73
IV.1	10.40
<i>Subtotal</i>	<i>419 375.63</i>
<i>Abies</i>	
X.3	55 305.76
X.2	16 838.47
XII.3	2 057.49
XII.1	1 425.27
X.1	1 018.05
<i>Subtotal</i>	<i>76 645.04</i>
<i>Total</i>	<i>496 020.67</i>

En X.3, V.3, XII.5, XII.3, X.1, XII.2, III.1, III.2 se agrupó la mayor producción de madera de *Pinus*, ya que aportaron 84.14 %; pero solo en X.3 se observó una participación significativa en la de *Abies*, con 72.16 %, lo cual se debió a la presencia de una mayor densidad de árboles en esa zona.

Las ocho ZMG que más contribuyeron a la producción de madera requieren una gestión que les permita mantenerse de forma sostenible en el corto plazo; por ejemplo, mediante la autorización legal de los aprovechamientos forestales, y la regulación de la cosecha de los bosques sujetos a cortas ilegales (Caballero, 2005). En cuanto al resto de las ZMG, se necesita la implementación de estrategias para aumentar los volúmenes de producción y sus superficies forestales, a través de acciones que incrementen el porcentaje de sobrevivencia de las plantas utilizadas en los programas de reforestación; además del establecimiento de plantaciones forestales comerciales.

En relación a la tasa media de crecimiento anual de las ZMG, la correspondiente a las zonas con pino fue 16.95 %; en tanto que, para el género *Abies* tuvo un decremento de 2.14 %; y para las zonas en su conjunto, de manera ponderada, alcanzaron la cifra de 13.78 %. Lo anterior se debe a que en México existe una mayor distribución de especies de pino que de oyamel, y en consecuencia, la aportación de



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Pinus al volumen maderable nacional y al PIB es mayor (Moctezuma y Flores, 2020). La tasa negativa de *Abies* demuestra que su producción tuvo una disminución durante el periodo analizado, lo que propició el decremento de su tasa media de crecimiento anual. El primer año de análisis fue de 67 242.09 m³ y el año final de 60 327.57 m³; a pesar de que en los años intermedios se registraron valores por arriba del inicial.

CONCLUSIONES

Pinus patula, *P. douglasiana*, *P. maximinoi*, *P. pseudostrobus*, *P. teocote*, *P. oocarpa*, *P. montezumae* y *P. devoniana* contribuyen con 81.39 % de la producción total para el género en el periodo considerado; mientras que *Abies religiosa* lo hace con 100 % para el oyamel.

Pinus devoniana, *P. douglasiana* y *P. herrerae* tuvieron las mejores tasas medias de crecimiento anual con 86.94, 77.94 y 74.98 %, respectivamente.

Las zonas X.3, V.3, XII.5, XII.3, X.1, XII.2, III.1, III.2 agruparon la mayor producción de madera de *Pinus* (84.14 %); pero solo la zona X.3 tuvo una participación significativa para la de *Abies* (72.16 %).

LITERATURA CITADA

- Caballero D., M. 2005. La verdadera cosecha maderable en México. *Revista Mexicana Ciencias Forestales*, 1(1): 5-16.
- Comisión Nacional Forestal (Conafor). 2016. Manual para el establecimiento de unidades productoras de germoplasma forestal. Conafor, Zapopan, Jal., México. 71 p.
- Comisión Nacional Forestal (Conafor). 2018. Inventario Nacional Forestal y de Suelo (INFyS) 2013–2014. <http://transparencia01.cnf.gob.mx/OpenData/Inventario/> (Consultado 2 de enero de 2020).
- Flores, A. 2019. Producción maderable de *Abies religiosa* (Kunth) Schltld. & Cham. en zonas de movimiento de germoplasma. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 10(56): 238–247.
- Flores, A., M. E. Romero-Sánchez, R. Pérez-Miranda, T. Pineda-Ojeda y F. Moreno-Sánchez. 2021. Potencial de restauración de bosques de coníferas en zonas de movimiento de germoplasma en México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 12(63): 4–27.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2020. Global Forest Resources Assessment 2020: Main report. FAO, Rome, Italy. 164 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (Inegi). 2020. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Cuentas de Bienes y Servicios. México. <https://www.inegi.org.mx/temas/pib/#> (Consultado 20 de mayo 2021).
- Moctezuma L., G. y A. Flores. 2020. Importancia económica del pino (*Pinus* spp.) como recurso natural en México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 11(60): 161–185.
- Ruelas M., L. C. y R. Dávalos S. 1999. La industria forestal del estado de Chihuahua. *Madera y Bosques*, 5(2): 79–91.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2020. Anuario estadístico de la producción forestal 2017. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, Ciudad de México, México. 285 p.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2018. Ley general de desarrollo forestal sustentable. Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, México. 36 p.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**ANÁLISIS DE LA CADENA DE VALOR DEL GANADO BOVINO DE CARNE DEL "MACHIN S.P
R.I."**

ANALYSIS OF THE BEEF CATTLE VALUE CHAIN OF "MACHIN S.P.R.I."

¹Terán Hernández JE, ¹Infante Cruz MJ, ¹Pérez Bautista JJ, ¹Pérez Hernández P, ¹Carrillo Cárdenas, M, ¹Oropeza Estrada JA, ²Hernández Mogica M, ²Lemus González MT y ³Martínez Martínez R

¹Universidad Politécnica de Huejutla (UPH), Parque de Poblamiento, Huejutla de Reyes, Hidalgo, México, C.P. 43000. ¹Colegio de Postgraduados Campus Veracruz (COLPOS). Carretera Xalapa-Veracruz km. 88.5. Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz. México. C.P. 91690. ¹Estudiante de Doctorado en Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP).

²Tecnológico Nacional de México, campus Huejutla (ITH), Carr. Huejutla-Chalahuiyapa Km 5.5, C.P. 43000 Huejutla ³Centro Universitario la Costa Sur, Universidad de Guadalajara (CUCSur), Av. Independencia Nacional 151, Centro, 48900 Autlán de Navarro, Jal. México.

*Autor para correspondencia: A332865@alumnos.uaslp.mx

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue analizar la cadena de valor, para evaluar las características socioeconómicas y productivas de la sociedad el Machín que se dedica a la producción de ganado bovino. El estudio se realizó en septiembre a diciembre de 2020 y se aplicó un cuestionario a 24 productores socios con preguntas semiestructuradas considerando características socioeconómicas y características productivas, así como también se hizo un análisis de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas para generar estrategias que permitan fortalecer a la sociedad, una matriz de eliminar, reducir, incrementar y crear y se construyó un mapeo de la cadena de valor y el cuello de botella en la producción de ganado bovino de carne. Se identificó y priorizo las limitaciones que frenan la competitividad de la cadena. Los resultados del diagnóstico se encontraron con una edad promedio de 58 años todos los socios. La escolaridad con 1.8 años con el 54% de los socios saben leer y escribir. En lo productivo tiene 47 cabezas de bovino con razas utilizadas con el 45.8% charoláis, 41.6% son pardo suizo y 12.6% cebú. Con respecto a la cadena de valor se identificaron la existencia de los eslabones producción, transformación y comercialización hasta el consumidor final. Se concluye con una propuesta de escalonamiento planteando la posibilidad de elaborar bloques nutricionales como complemento de la dieta diaria de los bovinos y la elaboración de quesos y yogurt como productos de valor agregado como estrategias de mejoras competitivas.

Palabras clave: *Productores, diagnóstico, estrategias, competitividad, mercado.*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**ESTIMACIÓN DE ISLAS DE CALOR URBANAS MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES LANDSAT
8 EN LA ZONA METROPOLITANA DE MONTERREY, MÉXICO**

**ESTIMATION OF URBAN HEAT ISLANDS USING LANDSAT 8 SATELLITE IMAGERY IN THE
METROPOLITAN AREA OF MONTERREY, MEXICO**

**¹Manzanilla-Quiñones U, ¹Delgado-Valerio P, ²Martínez-Sifuentes AR y ³Marroquí-Morales P
¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Agrobiología “Presidente
Juárez”**

Avenida Revolución esquina con Berlín s/n, Colonia Viveros, C.P. 60170 Uruapan, Michoacán, México.²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera. Km. 6.5 margen derecha Canal de Sacramento, C.P. 35140, Gómez Palacio, Durango, México.

³Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Agrícolas. Entronque Carretera Costera y Pueblo de Huehuetán, C.P. 30660, Huehuetán, Chiapas, México.

*Autor para correspondencia: ulisesmanza@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue analizar datos de temperatura máxima promedio mensual de tres estaciones meteorológicas e imágenes satelitales Landsat 8 OLI para identificar las islas de calor urbanas (ICU) en la Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM). Utilizando registros de temperatura máxima promedio mensual de las estaciones meteorológicas de Topo Chico, Apodaca y Monterrey se calculó la temperatura máxima promedio durante la canícula de 1965-2015 en la ZMM. Asimismo, a los datos de temperatura se les aplicó la prueba de Mann-Kendall con la finalidad de examinar la existencia de tendencias en la serie climática. Posteriormente se descargaron imágenes satelitales Landsat 8 OLI para el periodo 2013-2020, las cuales permitieron calcular la temperatura terrestre superficial (TTS) durante la canícula de 2013-2020 en la ZMM. La identificación de ICU se realizó al agregar un valor de +3 °C a la temperatura máxima promedio histórica registrada por las estaciones meteorológicas. El análisis climático de estaciones de 1965-2015 estimó un promedio histórico de 35 °C, mientras que la prueba de Mann-Kendall presentó una tendencia significativa de aumento ($p < 0.01$) en la temperatura máxima durante la canícula. Las ICU identificadas durante 2013-2020 presentaron una temperatura máxima promedio de 38 a 43.9 °C y fueron un total de 123; la mayoría localizadas en los municipios de Monterrey (33), San Nicolás de los Garza (26) (zona centro) y Apodaca (31) (zona oriente). Para la mitigación de las ICU se recomienda el uso de superficies reflectantes como implementación de pintura blanca en azoteas de edificios y en calles, así como la protección de las áreas verdes urbanas de la Zona Metropolitana de Monterrey, México.

Palabras clave: *Áreas urbanas, análisis espacial, canícula, geografía urbana, percepción remota*

INTRODUCCIÓN

El término isla de calor urbana (ICU) es empleado para describir las áreas urbanas que presentan incrementos en la temperatura superficial terrestre de +2 °C (Landa *et al.*, 2008) en comparación con otras zonas suburbanas o rurales que las rodean (Landsberg, 1981). Este aumento en temperatura se debe a que los materiales (pavimentos, concretos y estructuras metálicas) utilizados en la construcción tienden a absorber y retener una mayor cantidad de radiación solar (Soltani & Sharifi, 2017). La presencia de islas de calor urbanas (ICU) en las grandes ciudades repercute en la calidad de vida de sus habitantes, generando estrés térmico (Díaz *et al.*, 2015; Qaid *et al.*, 2016) y sus efectos suelen ser mayores en verano (Morris *et al.*, 2001) durante la temporada de canícula (julio-agosto) en México (Zhao *et al.*, 2020).



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Los estudios que se encargan de analizar las ICU en las grandes ciudades del Mundo son cada vez más frecuentes (Díaz *et al.*, 2015; Qaid *et al.*, 2016; Soltani & Sharifi, 2017). En México; la mayoría de estas investigaciones utilizan datos obtenidos a partir de sensores térmicos y de estaciones climáticas (Colunga *et al.*, 2015; Ballinas & Barradas, 2016; Salas-Esparza y Herrera-Sosa 2017; Flores de la O *et al.*, 2018) mientras que los estudios que implementan técnicas de percepción remota como el procesamiento de imágenes satelitales en la identificación de ICU son escasos (Navarro-Tec *et al.*, 2018).

Actualmente las imágenes satelitales (Landsat, Spot, Sentinel, etc.) de alta resolución espacial son empleadas como herramienta auxiliar en la evaluación de los recursos naturales de una región o área de interés (Muñoz *et al.*, 2014; Peralta-Carreta *et al.*, 2019). A través del uso de técnicas de percepción remota es factible procesar y analizar la información contenida en las bandas multispectrales de las imágenes satelitales bajo diversos enfoques (Caballero y Treviño, 2018). La aplicación de estas técnicas han demostrado tener una gran utilidad en la estimación de las propiedades reflectivas de las longitudes de onda del espectro electromagnético de los objetos de interés (Wang *et al.*, 2010).

La Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM) es la segunda zona metropolitana más poblada y con mayor potencial de desarrollo económico en nuestro país (Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Nuevo León, 2017) siendo únicamente superada por la Zona Metropolitana del Valle de México. De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda 2020, la ZMM se concentra una población de 4 916 831 habitantes (INEGI, 2021).

Desafortunadamente los acelerados procesos de urbanización y crecimiento demográfico e industrial experimentado durante las últimas décadas (INEGI, 2017; Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Nuevo León, 2017) han ocasionado problemas ambientales serios, como inundaciones, contaminación del aire y reducción de los servicios ecosistémicos (Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Monterrey, 2012). Aunado a esto, las posibles alteraciones (tendencias de aumento) en la temperatura máxima de los meses de verano y su retención térmica por las superficies metálicas y de concreto, estarían propiciando en la formación de islas de calor urbanas (Landsberg, 1981; Tan *et al.*, 2010). De las cuales, hasta ahora no se tienen registros ni estudios previos para la ZMM. Motivo por el cual, la presente investigación tiene como objetivo principal analizar datos de temperatura máxima promedio mensual de estaciones meteorológicas e imágenes satelitales Landsat 8 OLI (Operational Land Imager, por sus siglas en inglés) para identificar y delimitar las ICU en la Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM). Los objetivos específicos fueron i) analizar registros de temperatura máxima promedio mensual de estaciones meteorológicas durante la temporada de canícula, ii) examinar la tendencia climática de la temperatura máxima promedio mensual, iii) procesar imágenes satelitales Landsat 8 OLI para 2013-2020, iv) estimar la temperatura superficial terrestre de 2013-2020 y v) identificar y delimitar las ICU en la ZMM.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La región de estudio abarca el área urbana de la Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM), ubicada en las coordenadas 25° 21' 5.2" y 25° 57' 9" latitud norte y los 99° 55' 12.2" y 100° 38' 21.7" longitud oeste. El área comprende una superficie de 87 324 ha (INEGI, 2016) distribuidas en los municipios de Monterrey, Santiago, Santa Catarina, Cadereyta de Jiménez, Juárez, San Pedro Garza García, García, San Nicolás de los Garza, General Escobedo, Guadalupe, Apodaca y Carmen (Figura 1).



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

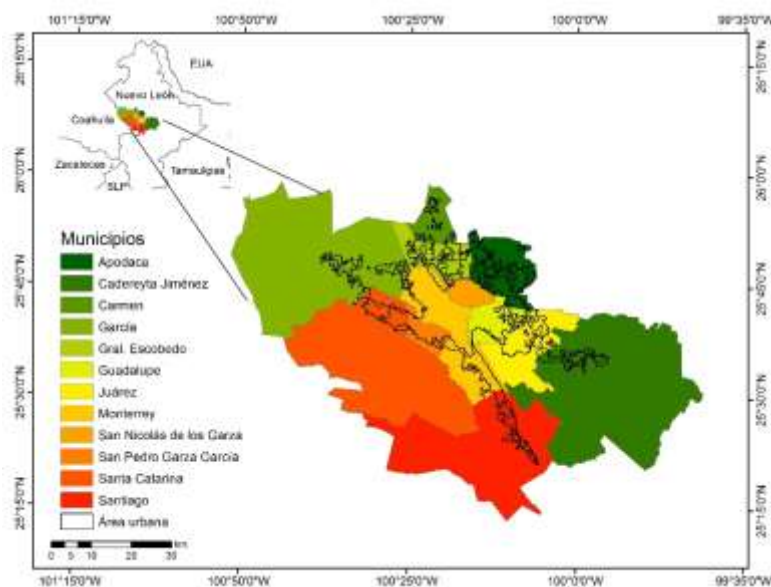


Figura 1. Ubicación geográfica de la ZMM en México

Clima

De acuerdo con García (1998) los climas dominantes en el área urbana de la ZMM corresponden a los tipos BS1hw semiárido, semicálido (42.17% del total del área de estudio), AC(wo)x' semicálido subhúmedo (27.11%) y AC(wo) semicálido subhúmedo (14.13%) y en menor proporción; BS1(h)w semiárido cálido (5.56%), BSohw árido semicálido (4.68%), BWhw muy árido semicálido (4.21%) y AC(w1) semicálido subhúmedo (2.14%).

Análisis y depuración de datos

Se obtuvieron los datos de temperatura máxima promedio mensual registrados durante la canícula (julio-agosto) en México de la plataforma "Base de Datos Climatológica Nacional CLICOM" (CLICOM, 2021). Debido a la heterogeneidad existente entre las series temporales de cada estación meteorológica (Cuadro 1) fue necesario definir un periodo de actividad climática común con $\geq 95\%$ de los registros completos entre estaciones. Así mismo, los datos faltantes fueron estimados mediante la aplicación de medias móviles de orden $n=5$ (Schulz, 1973). Al final de este proceso se obtuvo una base climática regional, la cual está compuesta por los datos promedio de temperatura máxima mensual de julio-agosto de tres estaciones meteorológicas durante la temporada de canícula de 1965-2015 en la ZMM.

Cuadro 1. Registros de temperatura máxima promedio mensual de las estaciones meteorológicas localizadas en la ZMM.

Estación	Clave Conagua	Coordenadas	Altitud (m)	Periodo
Apodaca	19004	N 25° 47' 37" W 100° 11' 11"	421	1964-2016
Monterrey	19049	N 25° 40' 57" W 100° 16' 16"	502	1929-2002
Topo Chico	19061	N 25° 43' 5" W 100° 19' 19"	533	1958-2005

N: latitud norte W: longitud oeste

Prueba de tendencias climáticas

Las pruebas de tendencias se utilizan en la detección de cambios en la varianza de las series climáticas analizadas a través del tiempo (McCuen & Snyder, 1986; Manzanilla-Quiñones *et al.*, 2021a). Este análisis se efectuó por medio de la prueba de Mann-Kendall (Kendall, 1938) en el programa R versión



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

4.0 (Core Team, 2020) con la finalidad de analizar las tendencias de la temperatura máxima promedio mensual de 1965-2015 durante la temporada de canícula en la ZMM.

Análisis satelital

Dado a que se pretende identificar y delimitar las ICU de años recientes en la ZMM se optó por emplear las imágenes satelitales Landsat 8 OLI. Por lo que se descargaron dichas imágenes satelitales de la plataforma del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés) a una resolución espacial de 30 m de tamaño de pixel y con una cobertura de nubes menor al 30%.

Procesamiento satelital

Debido a que las bandas multiespectrales presentan errores al momento de su captura por parte del sensor del satélite, fue necesario realizar correcciones de tipo atmosférico a las bandas roja (B4), infrarroja cercana (B5) y térmica infrarroja (B10), esto con la finalidad de eliminar los objetos oscuros y los efectos derivados de la dispersión atmosférica (Riaño *et al.*, 2000). Para realizar estas correcciones se empleó el método de eliminación de superficies oscuras (DOS: Dark Object Substraction, por sus siglas en inglés) en el programa QGIS versión 3.2.3 (QGIS, 2018) el cual es ampliamente utilizado en las correcciones atmosféricas (Riaño *et al.*, 2000; Schroeder *et al.*, 2006; Caballero y Treviño, 2018). Posteriormente, las bandas espectrales fueron recortadas al tamaño del área de estudio. Esto con el objetivo de analizar únicamente las condiciones multiespectrales dentro de la zona de estudio.

Estimación de la temperatura superficial terrestre

La estimación de la temperatura superficial terrestre (LST; Land Surface Temperature, por sus siglas en inglés) de una región geográfica es un proceso minucioso, el cual consiste en la ejecución de varios geoprocursos. Por lo que para efectuar dicha estimación; primero se debe calcular la temperatura de brillo de la parte superior de la atmósfera (TOA: Top Of Atmosphere, por sus siglas en inglés) mediante la aplicación de la siguiente ecuación (Schroeder *et al.*, 2006):

$$TOA = M_L * Q_{cal} * A_L$$

Donde:

M_L = Factor de reescalamiento multiplicativo de la banda 10

Q_{cal} = Banda 10 de Landsat 8

A_L = Factor de reescalamiento aditivo de la banda 10

La conversión de valores de radiación espectral a valores de reflectancia TOA permitió corregir el efecto de la distancia espacial entre el sol y la tierra, la cual se deriva por las distintas fechas de adquisición de cada imagen satelital (Chander *et al.*, 2009).

El paso dos consistió en transformar la temperatura de brillo de la parte superior de la atmósfera (TOA) a temperatura de brillo (BT: Brightness of Temperature, por sus siglas en inglés) mediante la aplicación de la siguiente ecuación (Jiménez-Muñoz *et al.*, 2010):

$$BT = (K_2 / (\ln(K_1 / TOA) + 1)) - 273.15$$

Donde:

K_1 y K_2 = constantes de conversión térmica de la banda 10

TOA= Temperatura de brillo de la parte superior de la atmósfera

273.15 °C= cero absoluto (punto en el cual se detiene cualquier movimiento atómico)

La temperatura de brillo hace referencia a la temperatura en grados Celsius existente en la superficie de una región geográfica (Riaño *et al.*, 2000).

El paso tres consistió en calcular el Índice Diferencial Normalizado de Vegetación (NDVI: Normalized Difference Vegetation Index, por sus siglas en inglés) por medio de la siguiente ecuación (Rouse *et al.*, 1974):

$$NDVI = B5 - B4 / B5 + B4$$

Donde:

B5= Banda infrarroja cercana

B4= Banda roja

La salida de este índice representa un conjunto de valores que oscilan de -1 a 1; donde valores negativos representan cuerpos de agua, valores de 0 a 0.2 señalan áreas desprovistas o con escasa



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

vegetación, mientras que valores cercanos a 1 sugieren la presencia de zonas de densa vegetación como bosques y selvas (Rouse *et al.*, 1974; Sobrino *et al.*, 2012).

En el paso 4 se procedió a calcular la proporción de la vegetación (Pv: Proportion of Vegetation, por sus siglas en inglés) mediante la siguiente ecuación (Carlson & Ripley, 1997):

$$P_v = \left[\frac{NDVI - NDVI_{\min}}{NDVI_{\max} - NDVI_{\min}} \right]^2$$

Donde:

NDVI= Índice Diferencial Normalizado de Vegetación

NDVI_{min}= valor mínimo del NDVI

NDVI_{max}= valor máximo del NDVI

El uso de esta ecuación permitió aislar la emisividad de las diferentes cubiertas, tomando como referencia los valores mínimos y máximo de las coberturas vegetales del NDVI (Carlson & Ripley, 1997).

El paso cinco consistió en calcular la emisividad (E) a través de la aplicación de la siguiente ecuación (Sobrino *et al.*, 2004):

$$E = 0.004 * P_v + 0.986$$

Donde:

P_v= Proporción de la vegetación

Desviación estándar= 0.004

Constante= 0.986

El cálculo de la emisividad representa la cantidad de energía infrarroja emitida por una superficie u objeto debido a su temperatura (Sobrino *et al.*, 2004). Los valores de emisividad oscilan de 0 (objetos que reflejan toda la radiación) a 1 (cuerpos oscuros que absorben toda la radiación), así mismo las hojas de las plantas tienden a absorber valores de emisividad de 0.97 a 0.986 (Sobrino *et al.*, 2004).

Finalmente, en el último paso se procedió a calcular la temperatura superficial de la tierra (LST; Land Surface Temperature, por sus siglas en inglés) por medio de la siguiente ecuación (Artis & Carnahan, 1982):

$$LST = (BT / (1 + (0.00115 * BT / 1.4388) * \ln(E)))$$

Donde:

BT= Temperatura de brillo

E= Emisividad

Constantes= 1.0.00115 y 1.4388

Identificación de ICU

El proceso de identificación y delimitación de las ICU se efectuó en cinco etapas; primero se estimó la temperatura promedio histórica registrada durante la canícula de 1965-2015 por las estaciones meteorológicas como valor de referencia. Segundo se promediaron con ayuda del módulo "álgebra de mapas" del programa ArcMap Ver. 10.3 (ESRI, 2014) las estimaciones anuales realizadas para la temperatura superficial terrestre de la ZMM. Tercero la delimitación de las ICU se realizó con ayuda de la herramienta "reclassify" del programa ArcMap Ver. 10.3 (ESRI, 2014) al aplicar un valor de +3°C al valor de temperatura de referencia, el cual de acuerdo con las proyecciones de cambio climático del IPCC (2014) se considera como un aumento de temperatura significativo, el cual tendría serias repercusiones en la población mundial. La aplicación de dicho valor en la reclasificación de valores de temperatura máxima sirvió como umbral en la identificación de las zonas con temperaturas mayores y menores a dicho umbral. Cuarto se transformó la reclasificación de valores de temperatura máxima de formato ráster (TIFF) a vectorial (SHP) con la finalidad de estimar las superficies de las ICU. Es importante mencionar que solamente se conservaron los polígonos con una superficie ≥1 hectárea (ha), a la cual se consideró como superficie mínima de ICU. Quinto se estimó la superficie y número totales de ICU en la ZMM y por municipio.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de temperatura máxima promedio mensual estimada durante la temporada de canícula de 1965-2015 en la ZMM fueron de 35 °C. Resultados similares han sido reportados por el Servicio Meteorológico Nacional SMN (2021) para 2020 en los estados de Nuevo León (34.8 °C), Tamaulipas (35.6 °C), Coahuila (35.6 °C) y Chihuahua (34.4 °C). De acuerdo con la Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales de la UNAM (UNIATMOS, 2021) las temperaturas máximas promedio históricas registradas durante los meses de canícula del periodo 1902-2015 presentaron una oscilación de 15.5 a 39.2 °C en Nuevo León, siendo las zonas centro y norte del estado, las más cálidas (>34 °C).

Prueba de tendencias climáticas

Los resultados de la prueba de Mann-Kendall evidenciaron una tendencia significativa de aumento ($p < 0.01$) en la temperatura máxima promedio mensual durante la canícula de julio-agosto de 1965-2015. Estos resultados indicaron que la ZMM se ha convertido en un lugar más caluroso (+1.49 °C) a partir de 1994 durante la temporada de canícula. Por lo que a futuro es muy probable que esta tendencia se mantenga y que los incrementos en la temperatura máxima sean más notorios (Sáenz-Romero *et al.*, 2010; Magaña *et al.*, 2012) ocasionando un mayor estrés térmico para los habitantes de las ciudades del norte de México (Díaz *et al.*, 2015; Flores-De la O *et al.*, 2018; SMN, 2021).

Temperatura superficial terrestre

Los resultados sobre temperatura superficial terrestre durante la temporada de canícula de 2013-2020 fueron 36.8 °C (promedio), 43.9 °C (máxima) y 24.3 °C (mínima) en la ZMM. Siendo el 2015 el año más caluroso (50.09 °C) registrado en la zona de estudio. Aunado a esto, los materiales utilizados en la construcción absorbieron y retuvieron una mayor cantidad de radiación solar durante el verano (Soltani & Sharifi, 2017; Zhao *et al.*, 2020) ocasionando que la temperatura terrestre superficial de la ZMM fuese hasta +13.29 °C más cálida, con respecto al promedio de 2013-2020 y hasta +15.09 °C más calurosa que el promedio histórico registrado por las estaciones meteorológicas de la zona. Lo que demuestra el efecto que tiene el urbanismo en el clima local, ocasionado que las zonas urbanas sean más cálidas, agobiantes y de un microclima más cálido (Colunga *et al.*, 2015; Ballinas & Barradas, 2016; Salas-Esparza y Herrera-Sosa 2017; Manzanilla-Quiñones *et al.*, 2021a).

Islas de calor urbanas

Los resultados obtenidos de la reclasificación de valores de temperatura máxima promedio durante la temporada de canícula de 2013-2020 permitieron delimitar un total de 123 ICU en la ZMM, las cuales abarcaron una superficie estimada de 633.25 ha (Cuadro 2).

Cuadro 2. Distribución de las superficies estimadas de ICU durante el periodo 2013-2020 en los municipios de la ZMM

Municipio	Superficie (ha)	Número de ICU
Monterrey	184.38	33
Apodaca	159.52	31
San Nicolás de los Garza	141.68	26
Guadalupe	52.50	13
Santa Catarina	48.18	3
García	17.79	6
General Escobedo	15.73	7
Juárez	13.47	4

Estas ICU presentaron una temperatura máxima promedio de 38 a 43.9 °C y una superficie mínima ≥ 1 ha. Las zonas donde se concentraron la mayoría de las ICU fueron las partes centro y oriente de la ZMM. En la zona centro, correspondiente a Monterrey y San Nicolás de los Garza se identificaron 59 ICU, las cuales abarcaron una superficie de 326.06 ha (Figura 2), las cuales representan el 51.49% del total de ICU de la ZMM. Por otra parte, en la zona oriente, ubicada en Apodaca se encontraron 31 ICU,



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

las cuales ocuparon una superficie de 159.52 ha (Figura 3) que representa el 25.19% del total de ICU en la ZMM.

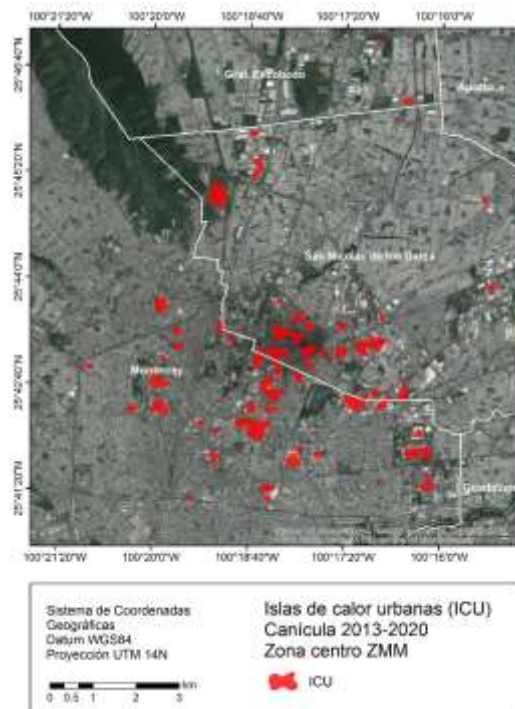


Figura 2. Distribución espacial de las ICU identificadas en la zona centro de la ZMM



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

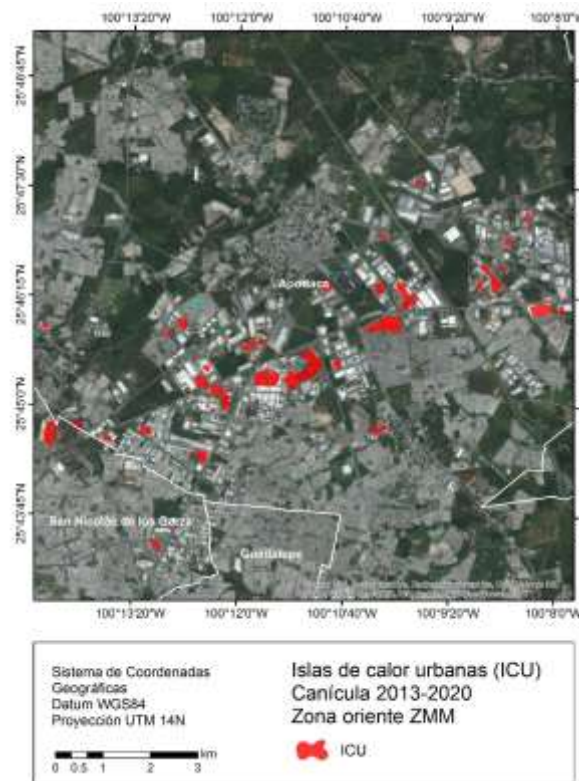


Figura 3. Distribución espacial de las ICU identificadas en la zona oriente de la ZMM

Las ICU es un fenómeno climático urbano inherente de las grandes ciudades, el cual es generado por los procesos de expansión de la mancha urbana, en sitios con poca superficie de áreas verdes y con una mala planeación de desarrollo urbano (Ballinas & Barradas, 2016; Qaid *et al.*, 2016; Flores-De la O *et al.*, 2018). Diversos estudios coinciden en que la formación de las ICU está directamente asociada con el desarrollo urbano de las metrópolis, las cuales provocan efectos importantes sobre la calidad de vida de sus habitantes como estrés térmico (golpes de calor), menor calidad del aire (mayor cantidad de gases contaminantes en la atmósfera) y una mayor tasa de mortalidad, cuando se superan los 36 °C (Tan *et al.*, 2010; Díaz *et al.*, 2015).

Estos resultados demuestran el papel relevante que tienen las áreas verdes urbanas en la regulación del clima local (Qaid *et al.*, 2016; Salas-Esparza y Herrera-Sosa, 2017; Flores-De la O *et al.*, 2018). Desgraciadamente, las superficies de áreas verdes urbanas en la ZMM son insuficientes para mitigar los efectos de las ICU y presentan una tendencia hacia la disminución (Manzanilla-Quiñones *et al.*, 2021b). Por lo que para mitigar las ICU diversos estudios coinciden en el uso de superficies reflectantes, jardines en las azoteas de los edificios y en la protección de las superficies de áreas verdes urbanas, acciones que ayudarían a mejorar la calidad de vida de los habitantes de la ZMM.

CONCLUSIONES

Los análisis climáticos efectuados en la zona de estudio indicaron que el área presenta una tendencia significativa de aumento (cambio climático a nivel local) en la temperatura máxima promedio durante los meses (julio-agosto) de canícula del periodo 1965-2015, por lo que a futuro este incremento en la temperatura provocaría veranos más calurosos e intensos que afectarían la salud de los habitantes de la ZMM. A su vez, los acelerados procesos de urbanización experimentados en las últimas décadas han favorecido en la creación de las ICU, donde la mayoría de estas se concentraron en los municipios de



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021

Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL

25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

Monterrey, San Nicolás de los Garza y Apodaca, por lo que de continuar con esta tendencia de calentamiento, esta podría ocasionar que las ICU se expandan hacia las periferias de la ZMM.

LITERATURA CITADA

- Artis, D. A., & Carnahan, W. H. 1982. Survey of emissivity variability in thermography of urban areas. *Remote Sensing of Environment*, 12(4): 313-329.
- Ballinas, M., & Barradas, V. 2016. The urban tree as a tool to mitigate the urban heat island in Mexico City: simple phenomenological model. *Journal of Environmental Quality*, 45(1): 157-166.
- Base de Datos Climatológica Nacional CLICOM 2021. Registros climáticos disponibles para toda la República Mexicana. Valores anuales y mensuales de precipitación y temperatura. Climatic Computing Project. <http://clicom-mex.cicese.mx/>. Fecha de consulta: 30/01/2021.
- Caballero, C. P., y Treviño, G. E. J. 2018. Análisis de la pertinencia de plantaciones forestales en Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 50(9): 401-414.
- Carlson, T. & Ripley, D. 1997. On the Relation between NDVI, Fractional Vegetation Cover, and Leaf Area Index. *Remote Sensing of Environment*, 62(3): 241-252.
- Castro, S. 2005. Evaluación de un índice para valorar las áreas verdes urbanas: su aplicación y análisis en la localidad del barrio Dent y Altos del Escalante con una perspectiva geográfica. *Reflexiones*, 84(1): 107-125.
- Chander, G., Markham, B. L., and Helder, D. L. 2009. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. *Remote Sensing of Environment*, 113(5): 893-903.
- Colunga, M. L., Cambrón-Sandoval, V. H., Suzán-Azpiri, H., Guevara-Escobar, A., Luna-Soria, H. 2015. The role of urban vegetation in temperature and heat island effects in Querétaro city, México. *Atmósfera*, 28(3): 205-218.
- Díaz, J., Carmona, R., Mirón, I.J., Ortiz, C., and Linares, C. 2015. Comparison of the effects of extreme temperatures on daily mortality in Madrid (Spain), by age group: The need for a cold wave prevention plan. *Environmental Research*, 143: 186-191.
- Environmental Systems Research Institute ESRI 2014. ArcGis Desktop: 10.3. Software diseñado para análisis espacial y Sistemas de Información Geográfica. Environmental Systems Research Institute. Redlands, California, U.S.A.
- Flores-De la O, J. L., Villanueva-Solis, J., Quiroa-Herrera, J. A. 2018. Evaluación de los efectos microclimáticos que tiene la vegetación en la mitigación de la isla de calor urbana. *Revista de Ciencias Ambientales*, 52(2): 123-140.
- García, E. 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Climas (Clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México, D.F., México. Archivo vectorial Shapefile: Tipos de climas.
- Instituto Nacional de Geografía e Informática INEGI 2016. Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI (capa unión). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Aguascalientes, México. Archivo vectorial Shapefile: Uso del suelo y vegetación.
- Instituto Nacional de Geografía e Informática INEGI 2017. Anuario Estadístico y Geográfico de Nuevo León. Aguascalientes, Aguascalientes, México. 614 p.
- Instituto Nacional de Geografía e Informática INEGI 2021. Censo de Población y Vivienda 2020. Conjunto de datos: población total. Aguascalientes, Aguascalientes, México.
- Jiménez-Muñoz, J.C., Sobrino, J. A., Cristóbal, J., Soria, G., Ninyerola, M., Pons, X., Hidalgo, V., Franch, B., Romaguera, M., Oltra-Carrió, R., Julien, Y., y Mattar, C. 2010. Obtención de la temperatura de la superficie terrestre a partir de la serie histórica LANDSAT. *Revista de Teledetección*, 33(1): 53-63.
- Kendall, M. G. 1938. A new measure of rank correlation. *Biometrika*, 30: 81-93.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

- Landa, R., Magaña, V., y Neri C. 2008. *Agua y clima: elementos para la adaptación al cambio climático*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Centro de Ciencias de la Atmosfera, UNAM. Coyoacán, México D.F., México. 133 p.
- Landsberg, H.E. 1981. The urban climate. Academic Press. London, England. 275 pp.
- Magaña, V., Zermeño, D., Neri, C. 2012. Climate change scenarios and potential impacts on water availability in northern Mexico. *Climate Research*, 51(2): 171-184.
- Manzanilla-Quiñones, U., Pozo-Montuy, G., Delgado-Valerio, P., Martínez-Sifuentes, A. R., Aguirre-Calderón, O. A. 2021a. Escenarios climáticos (CMIP-5) para la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, (Núm. Esp. I): e2588.
- Manzanilla-Quiñones, U., Manzanilla-Quijada, G. E., y Delgado-Valerio, P. 2021b. Análisis espacio-temporal de las áreas verdes urbanas de la Zona Metropolitana de Monterrey, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, (aceptado).
- McCuen, R. H., & Snyder, W. M. 1986. *Hydrological modelling: statistical methods and applications*. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, New Jersey, USA. 568 p.
- Morris, C.J., Simmonds, I., and Plummer, N. 2001. Quantification of the influences of wind and cloud on the nocturnal urban heat island of a large city. *Journal of Applied Meteorology*, 40: 169-182.
- Muñoz, R. M. Á., Valdez, L. J. R., de los Santos, P. H. M., Ángeles, P. G., y Monterroso, R. A. I. 2014. Inventario y mapeo del bosque templado de Hidalgo, México mediante datos del satélite SPOT y de campo. *Agrociencia*, 48(8): 847-862.
- Navarro-Tec, S., Orozco-del Castillo, M. G., Valdiviezo-Navarro, J. C., Ordaz-Bencomo, D. R., Moreno-Sabido, M. R., y Bernejo-Sabbagh, C. 2018. Análisis del crecimiento urbano y su relación con el incremento de temperaturas en la ciudad de Mérida utilizando imágenes satelitales. *Research in Computing Science*, 147(7): 285-294.
- Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Monterrey 2013-2025 2012. *Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Monterrey*. Monterrey, Nuevo León, México. 191 p.
- Panel Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático. [IPCC] 2014. Resumen para responsables de políticas. Contribución del grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. En Field CB, Barros VR, Dokken DJ, Mach KJ, Mastrandrea MD, Billir TE, Chatterjee M, Ebi KL, Estrada YO, Genova RC, Girma B, Kissel ES, Levy AN, MacCracken S, Mastrandrea PR, White LL (ed) *Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad*. Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. Ginebra, Suiza. 34p.
- Peralta-Carreta, C., Gallardo-Cruz, J. A., Solórzano, J. V., y Hernández-Gómez, M. 2019. Clasificación del uso de suelo y vegetación en áreas de pérdida de cobertura arbórea (2000-2016) en la cuenca del río Usumacinta. *Madera y Bosques*, 25(3): e2531779.
- Qaid A., Bin-Lamit H., Remaz-Ossen D., Nafida R., and Shahminan R. 2016. Urban heat island and thermal comfort conditions at micro-climate scale in a tropical planned city. *Energy and Buildings*, 133(1): 577-595.
- QGIS 2018. QGIS Versión 3.2. Sistema de Información Geográfica libre y de código abierto. Disponible en <https://qgis.org/es/site/>. Fecha de consulta: 30 de enero de 2021.
- R Core Team 2020. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Viena, Austria. Versión 4.0. <http://www.r-project.org>. Fecha de consulta: 30 de enero de 2021.
- Riaño, D., Salas J., y Chuvieco, E. 2000. *Corrección atmosférica y topográfica, información multitemporal y auxiliar aplicadas a la cartografía de modelos de combustibles con imágenes Landsat-TM*. En *Tecnologías Geográficas para el desarrollo sostenible*. Departamento de Geografía. Universidad de Alcalá de Henares. (pp. 222-239).
- Rouse, J. W., Haas, R.H., Schell, J.A., and Deering, D.W. 1974. *Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS*. In: Freden, S.C., Mercanti, E.P., and Becker, M. (eds) *Third Earth*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021**

Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL

25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

- Resources Technology Satellite 1 Symposium. Volume I: Technical Presentations. Washington, D.C., USA. (pp. 309-317).
- Sáenz-Romero, C., Rehfeldt, G. E., Crookston, N. L., Pierre, D., St-Amant, R., Beaulieu, J., & Richardson, B. 2010. Contemporary and projected Spline Climate surfaces for Mexico and their use in understanding climate-plant relationships. *Climatic Change*, 102(3): 595-623.
- Salas-Esparza, M. G., y Herrera-Sosa, L. C. 2017. La vegetación como sistema de control para las islas de calor urbano en Ciudad Juárez, Chihuahua. *Hábitat Sustentable*, 7(1): 14-23.
- Schulz, E. F. 1976. *Problems in applied hydrology*. In: Water Resources Publications (ed.) Elementary statistical properties. Fort Collins. Water Resources Publications. (pp. 31-73).
- Schroeder, T. A., Cohen, W. B., Song, C., Canty, M. J., and Yang, Z. 2006. Radiometric correction of multitemporal Landsat data for characterization of early successional forest patterns in western Oregon. *Remote Sensing of Environment*, 103(1): 16-26.
- Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Nuevo León. 2017. Estrategia de Desarrollo Urbano del Estado. En https://www.nl.gob.mx/sites/default/files/presentacion_instalacion_cotdunl-final.pdf. Fecha de consulta: 27/02/2021.
- Servicio Meteorológico Nacional SMN. 2021. Resúmenes mensuales de temperaturas y lluvia: Temperatura máxima promedio mensual nacional de 2020. En <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias>. Fecha de consulta: 03/03/2021.
- Sobrinho, J., Jiménez-Muñoz, J. C. & Paolini, L. 2004. Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. *Remote Sensing of Environment*, 90(4): 434-440.
- Sobrinho, J., Oltra, C., Jiménez, J., Julien Y., Soria G., Franch B., & Mattar C. 2012. Emissivity mapping over urban areas using a classification-based approach: Application to the Dual-use European Security IR Experiment (DESIREX). *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 18: 141-147.
- Soltani, A., & Sharifi, E. 2017. Daily variation of urban heat island effect and its correlations to urban greenery: A case study of Adelaide. *Frontiers of Architectural Research*, 6(4): 529-538.
- Tan, J., Zheng, Y., Tang, X., Guo, C., Li, L., Song, G., Zhen, X., Yuan, D., Kalkstein, A. J., & Li, F. 2010. The urban heat island and its impact on heat waves and human health in Shanghai. *International journal of biometeorology*, 54(1): 75–84.
- Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales UNIATMOS 2021. Temperatura máxima promedio mensual (1902-2015) en México. En <http://ri.atmosfera.unam.mx:8586/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/c3329d62-cb65-4390-874e-189deffa84ad>. Fecha de consulta: 03/03/2021.
- Wang, K., Franklin, S. E., Guo, X., and Cattet, M. 2010. Remote sensing of ecology, biodiversity and conservation: a review from the perspective of remote sensing specialists. *Sensors*, 10(11): 9647-9667.
- Zhao, Z., Holbrook, N. J., Oliver, E. C. J., Ballesteros, D., & Vargas-Hernández, J. M. 2020. Characteristic atmospheric states during mid-summer droughts over Central America and Mexico. *Climate Dynamics*, 55: 681-701



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DE UNIDADES DE PRODUCCIÓN FAMILIAR EN el
ESTADO DE CAMPECHE, México: CADENA MAÍZ**

**SOCIO-ECONOMIC CHARACTERIZATION OF FAMILY PRODUCTION UNITS IN THE STATE OF
CAMPECHE, MEXICO: CORN CHAIN**

¹Maya Martínez A, ¹Lara del Río MJ y ²Uzcanga Pérez NG

¹Campo Experimental Edzná del INIFAP en el Estado de Campeche. Km. 15.5, Carretera Campeche-Pucyaxum, C.P. 24520. Campeche, México

²Centro de Investigación Regional Sureste (CIRSE) del INIFAP. Calle 6 Núm. 398 x 13, Avenida Correa Rachó. Col. Díaz Ordaz, C.P. 97130. Mérida Yucatán, México.

*Autor de correspondencia: maya.aixchel@inifap.gob.mx

RESUMEN

El programa Proyectos de Desarrollo Territorial (PRODETER) pretendió incrementar la productividad de las unidades de producción familiar (UPF), para contribuir a mejorar el ingreso de la población. Para ello, primero, fue necesario realizar un diagnóstico socioeconómico para detectar las áreas de oportunidad y, así, orientar las acciones del Programa. El objetivo del trabajo fue realizar la caracterización socioeconómica de las UPF que conforman dos PRODETER del estado de Campeche en la cadena maíz. El muestreo dirigido se realizó mediante una entrevista y la aplicación de un cuestionario para la obtención de información de las UPF de la cadena agroalimentaria de maíz. Se obtuvieron estadísticos descriptivos, frecuencias y tablas cruzadas. Las características socioeconómicas coinciden con datos ya reportados, lo que ocasiona la búsqueda de otras fuentes de ingreso y refleja el escenario de las actividades agropecuarias en el sureste de México. La producción de maíz en la región centro del Estado es monocultivo con el uso de semillas híbridas, en contraste con lo reportado para el estado Yucatán, en el cual los productores utilizan semilla criolla. En coincidencia con otros estudios, predominó la preparación del terreno y la siembra manual a espeque; esto ocasionado por el difícil acceso de la maquinaria al área de cultivo principalmente. En cuanto al manejo de cultivo, la mayoría se apegan al paquete tecnológico sugerido por el INIFAP. Las UPF, como la mayoría en México, se encuentran en el Estrato 1 (familiar de subsistencia sin vinculación al mercado) y Estrato 2 (de subsistencia con vinculación al mercado), es decir, mantienen un bajo impulso de capacidades técnicas, productivas y empresariales, se ubican en los municipios de Zonas de Atención Prioritaria Rural y están asociadas de manera formal o informal, en localidades de alta y muy alta marginación con respecto a los demás municipios.

Palabras clave: *maíz, agricultura familiar, desarrollo territorial*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA PROFESIÓN DE EXTENSIONISTAS, EN LA
CAPACITACIÓN DE CAPRINOCULTORES Y OVINOCULTORES DEL ESTADO DE GUANAJUATO**

**ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE EXTENSIONIST PROFESSION ON THE TRAINING OF
GOAT AND SHEEP FARMERS IN THE STATE OF GUANAJUATO**

¹Luna Estrada AA, ¹Velez Izquierdo A, ²González Orozco TA

¹Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal (CENIDFyMA) del INIFAP. km. 1 Carr. a Colón, Ajuchitlán, Colón, Qro., C.P. 76280, México. ²Campo Experimental Bajío (CEBAJ) del INIFAP. km 6.5 Carr. Celaya-San Miguel de Allende, Celaya, Gto. C.P. 38010, México.

Autor para correspondencia: luna.america@inifap.gob.mx

RESUMEN

Se evaluó la profesión de los extensionistas que dieron asistencia técnica (AT), durante 10 meses a 32 GGAVATT (Grupos Ganaderos de Validación y Transferencia de Tecnología) de los sistemas producto caprino (SPC) y ovino (SPO) del estado de Guanajuato; para identificar si tuvo influencia sobre los temas de capacitación propuestos en los programas de trabajo (PT). En una base de datos se compiló la información de los PT y formatos de seguimiento técnico de ambos sistemas producto (SP). Se generaron las variables manejo general (ManG); registros técnicos (RegT); Registros económicos (RegEco); nutrición y alimentación (NutyA); reproducción (Rep); genética (Gen), sanidad (San); pruebas diagnósticas (PDx); manejo de la ordeña (MaOrd); forrajes (Forr); ensilaje (Ens); organización y valor agregado (OryValA); conservación de recursos naturales (CRNat); y otros temas (OT). Los resultados mostraron que el SPC tuvo más grupos, productores beneficiados y asistencia a capacitarse (20, 600 y 68%, respectivamente) y en SPO 12, 360 y 54%, respectivamente; con asistencia promedio a cada evento de 20.3 ganaderos en SPC y 17.4 en SPO ($P > 0.0007$). La profesión de los extensionistas no se distribuyó homogéneamente ($X^2 = 13.51$; $n = 320$; $P < 0.01$); predominando en ambos SP los M.V.Z. (80.0 y 75.0%, SPC y SPO, respectivamente) y en los I.A.Z. 15.0 y 25%. En las temáticas consensuadas, el SPC realizó 55.0% y SPO 40.8%; en ambos SP las áreas de mayor interés fueron San, NutyA y Rep. Los temas alternos de capacitación no presentaron diferencias estadísticas, pero la San continuó siendo importante; el SPO incrementó el interés por ManG y el SPC en PDx y Ens. Los operadores del programa de AT en el estado, no deben pasar por alto las áreas del conocimiento que los extensionistas deban dominar, preferentemente, antes de ser contratados; y de acuerdo al SP donde participarán.

Palabras clave: *extensionistas, profesión, desempeño, ganaderos, GGAVATT.*

I



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**MANIPULACIÓN POSCOSECHA DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) PARA SU APLICACIÓN POR
PEQUEÑOS PRODUCTORES**

POST-HARVEST HANDLING OF COCOA FOR ITS APPLICATION BY SMALLHOLDERS

¹Hernández-Hernández C¹, Sánchez-García J., ¹Sánchez-García W., ¹García-Arias V., ²Caballero Pérez JF²

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Huimanguillo. Km 1 Carretera Huimanguillo-Cárdenas No. 17, Colonia El Desecho. C.P.86400.

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Rosario Izapa. Km 18 Carretera Tapachula-Cacahoatán, Rosario Izapa, Tuxtla Chico. Tapachula, Chiapas. C.P. 30870.

*Autor para correspondencia: hernandez.carolina@inifap.gob.mx, carolina_1112@yahoo.com.mx

RESUMEN

El manejo poscosecha de cacao, principalmente la fermentación y el secado son etapas clave para el desarrollo de los compuestos precursores del sabor y aroma del chocolate. El buen desarrollo de las mismas depende del cuidado que se tiene sobre todo en las prácticas de remoción del grano y el tipo de contenedor utilizado. En el presente estudio se llevó a cabo la comparación de condiciones de fermentación de dos cultivares de cacao cultivados en la Región de la Chontalpa del Estado de Tabasco que fueron criollo y forastero. Se utilizaron cajas cuadradas de madera con capacidad para 25 y 50 kg de grano fresco. Después de terminada la fermentación de tres y cuatro días en el forastero y cinco días en el criollo se llevó a secado en secador tipo invernadero hasta obtener una humedad de grano por debajo de 8%. Se registraron las variables de temperatura, ph y sólidos solubles totales. Las pruebas de calidad consistieron en el análisis de grado de fermentación, tamaño de grano, humedad, proporción de cascarilla, grasa y fenoles totales. Dichas variables se analizaron mediante un análisis de varianza y comparación de medias con la prueba de Tukey a un nivel de confianza de 99.5 %. Los resultados demostraron que las cajas con volumen para 25 y 50 kg son aptas para llevar a cabo la fermentación de forma correcta tanto para el cultivar criollo como para el forastero al obtenerse grados de fermentación por encima de 990, después de haberse alcanzado las condiciones de temperatura y ph necesarios para el buen desarrollo de la misma.

Palabras clave: *Fermentación, Calidad de grano, Tabasco, Cajas de madera.*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**EFFECTOS EN LA CITRICULTURA MEXICANA OCASIONADOS POR LA ENFERMEDAD DEL
HUANGLONGBING**

EFFECTS ON MEXICAN CITRICULTURE CAUSED BY HUANGLONGBING DISEASE

¹Orozco Ruiz MR; ²Ruiz-Acosta S del C y ³Galindo-Alcántara A.

¹Estudiante de Licenciatura de Ingeniera en Agronomía Tecnológico Nacional de México/IT Zona Olmeca. ²Tecnológico Nacional de México/IT Zona Olmeca. Ignacio Zaragoza s/n, Ocuilzapotlán, Centro, Tabasco. ³División Académica de Ciencias Biológicas UJAT. Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5 entronque a Bosques de Saloya, Villahermosa, Tabasco. México.

[^]Autor para correspondencia: aga2003a@hotmail.com

RESUMEN

La citricultura es una actividad agrícola altamente rentable que anualmente produce más de 107 millones de toneladas en una superficie cítrica de más de 3.5 millones de hectáreas. Sin embargo, desde el ingreso del huanglongbing al territorio mexicano, este cultivo ha sido afectado. El objetivo del presente trabajo fue realizar un diagnóstico de la situación del cultivo de cítricos en relación con el HLB en México identificando los principales estados afectados por la enfermedad, así como determinar si la producción de cítricos se ha visto afectada por la presencia del HLB desde su entrada al país hasta el año 2019. Los resultados indican que México se ubica en el 5° lugar a nivel global en producción de cítricos y las principales especies que cultiva son naranja dulce, limón mexicano, mandarina y pomelo. La superficie cítrica en México es de 589,757.57 ha, con una producción de 8.3 millones de toneladas y un valor de la producción de \$23.9 mil millones de pesos. No obstante, se estima que un año posterior a la detección del HLB hubo una reducción de hasta 50% en las plantas afectadas, y en un plazo de cinco años bajo un escenario de alto impacto de la enfermedad, las pérdidas potenciales de las zonas productoras se estimaron en 41% de la producción total del país. Las pérdidas directas del rendimiento, volumen y valor de la producción trajeron consecuencias económicas, sociales y ambientales negativas, principalmente en disminución de empleos y reducción en el ingreso de importantes divisas al país. Los estados cítricos con mayor impacto del HLB considerando el número de municipios con presencia de la enfermedad fueron Veracruz, San Luis Potosí, Michoacán y Tamaulipas. No obstante, el incremento logrado en la superficie sembrada con cítricos posicionó a Veracruz como el principal productor del país para 2019.

Palabras clave: *HLB, Enfermedad del Dragon Amarillo, Amarillamiento de los Cítricos, Greening.*

INTRODUCCIÓN

El cultivo de cítricos es de gran importancia a nivel mundial, ya que se produce en más de 140 países. El 80% de los consumidores mundiales de limón se encuentran en la Unión Europea, México y Estados Unidos. La Unión Europea es el principal consumidor, mientras que México ocupa el segundo lugar y Estados Unidos se ubica en la tercera posición. Los principales países productores son China, Estados Unidos de América, México, Brasil y España (Sáenz *et al.*, 2019; Pérez 2015). La citricultura es una actividad agrícola altamente rentable en México y en el mundo. Tan solo para el año 2017 la producción de cítricos en el país alcanzó su máximo histórico con 7,870,889 toneladas con un valor de la producción de 23,079,965 pesos (SADER 2019). Para el año 2019 el país superó los 2.6 millones de toneladas de limón producidos y se posicionó en el segundo lugar a nivel mundial como productor de este cítrico y en cuarto lugar como productor de naranjas (USDA 2020; SADER 2019; Pérez 2015).

Sin embargo, las plantaciones de cítricos se ven amenazadas por diferentes tipos de enfermedades que causan grandes pérdidas económicas en todo el mundo (Hernández *et al.*, 2019; Varela 2015). Algunas de las enfermedades comunes en los cítricos son provocadas por la presencia en los cultivos de



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Phytophthora spp., *Mycosphaerella citri*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Candidatus Liberibacter spp* y virus de la tristeza de los cítricos (VTC) (Sáenz et al., 2019; Monzó et al., 2015). Estos patógenos suelen provocar daños irreversibles en las plantas llegando incluso a causar la muerte. El Huanglongbing (HLB) o enfermedad del brote amarillo es una enfermedad provocada por *Candidatus Liberibacter spp* y se transmite principalmente por medio de vectores. En México el vector es *Diaphorina citri*, aunque la enfermedad también puede transmitirse mediante el injerto de yemas infectadas o diseminarse a través del transporte de plantas enfermas (Merfa et al., 2019).

El Huanglongbing es considerada como la enfermedad más devastadora de los cítricos a nivel mundial principalmente porque su diseminación es muy rápida, la enfermedad no se manifiesta de inmediato por lo que es muy difícil tomar medidas a tiempo para evitar su diseminación, ocasiona la muerte de las plantas infectadas y hasta el momento no se ha desarrollado una cura de la enfermedad (Soto 2020; Wang, 2019). Los daños causados por el HLB y los costos de su manejo traen consigo pérdidas directas en el rendimiento, volumen y valor de la producción con consecuencias económicas, sociales y ambientales negativas (Hernández et al., 2019).

En el año 2010 se reportó una pérdida nacional de 1.84 millones de toneladas de cítricos por el impacto del HLB (IICA, 2010;). Debido a la importancia que revisten las afectaciones causadas por la enfermedad a los cultivos de cítricos en el país, se consideró la relevancia de analizar la información disponible sobre la situación que estos guardan sobre el avance de la enfermedad y su incidencia sobre el cultivo; por lo que el objetivo del presente trabajo fue realizar un diagnóstico de la situación del cultivo de cítricos en relación con el HLB en México que permita identificar los principales estados que están siendo afectados por la enfermedad, así como determinar si la producción de cítricos se ha visto afectada por la presencia del HLB en el país desde la entrada de la enfermedad hasta el año 2019.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del área de estudio.

La República Mexicana está situada en el continente americano en el hemisferio norte; parte de su territorio se encuentra en América del Norte y el resto en América Central. Su superficie territorial es de 1,967,183 km². Actualmente una línea fronteriza de 3,152 km. marca el límite de la frontera norte con los Estados Unidos de América. Al sur, México limita con las Repúblicas de Guatemala y Belice mediante una línea fronteriza sinuosa, que alcanza 1,149 km de extensión total (PNUD, 2019). México se extiende entre los paralelos 14° 32' 27" en la desembocadura del río Suchiate y el paralelo 32° 43' 06" que pasa por la confluencia del río Gila con el Colorado; así mismo está comprendido entre las longitudes oeste de Greenwich de 118° 22' 00" y 86° 42' 36", respectivamente (INEGI, 2019).



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**



Figura 1. Ubicación del área de estudio. Fuente: INEGI, 2019.

Método.

Fuente de datos y análisis

Se realizó una revisión sistemática de las publicaciones científicas y páginas oficiales que abordan el tema del HLB en la producción de cítricos en México. Para la búsqueda y primera selección de artículos el límite se estableció a aquellos publicados entre los años 2000 y 2021, abarcando de esta manera un periodo razonable anterior a la entrada de la enfermedad al país. La revisión bibliográfica se efectuó en publicaciones de acceso abierto, además de consultarse las páginas oficiales como la de SADER, SIAP, USDA y otras relacionadas con el tema. Una vez detectadas y seleccionada las publicaciones, se descargaron para hacer la primera revisión en función de la presencia de datos requeridos en la investigación y realizar el descarte correspondiente. Posterior al descarte final se extrajo la información seleccionada y con ella se elaboró una base de datos en formato Excel donde se organizaron, clasificaron y jerarquizaron los datos para su análisis a partir del cual se obtuvieron los siguientes resultados.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los datos analizados, México contaba con 24 entidades productoras de cítricos antes de la llegada del Huanglongbing (HLB) al país. La presencia de la enfermedad del HLB fue reportada por primera vez en México en julio del año 2009 en el estado de Yucatán y a partir de ese momento, la enfermedad se diseminó por el territorio mexicano hasta prácticamente cubrirlo, ya que para el 2018 únicamente 8 entidades federativas se encontraban libres de la presencia de HLB (Figura 2).

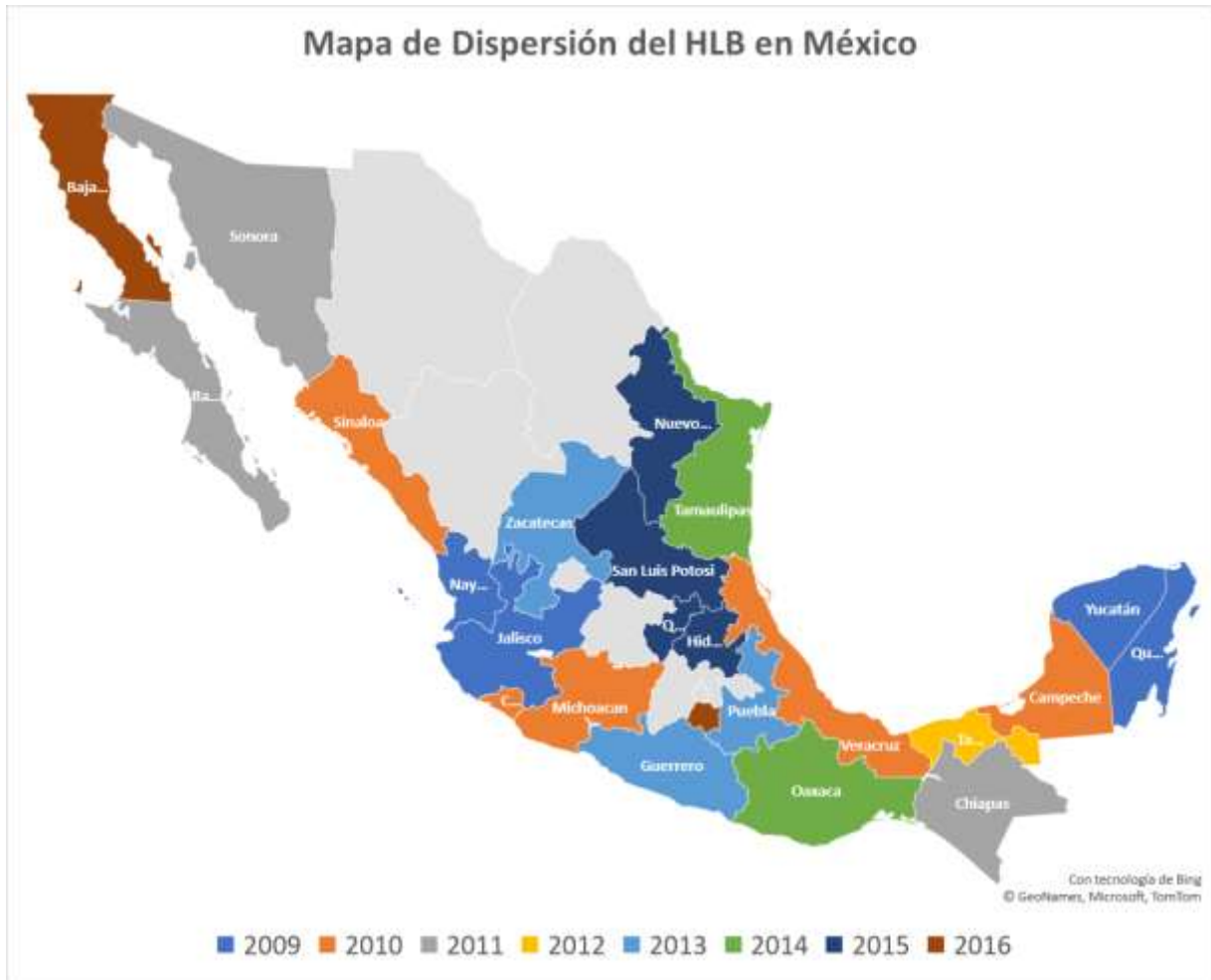


Figura 2.- Mapa de dispersión del HLB en México. Elaboración propia

De acuerdo con estudios transectuales realizados por el Grupo Interdisciplinario e Interinstitucional de Investigación en Cítricos (GIIC) del Colegio de Postgraduados, la velocidad de dispersión de la enfermedad en Yucatán para el año 2011 fue estimada por SADER y SENASICA (2019) en 67 km/año, superando las velocidades registradas en países como Brasil (Sao Paulo) (2010) y Estados Unidos (Florida) (2008) donde fue de 53 y 57 km/año, respectivamente. Ello apunta a que las características de dispersión que presentó la enfermedad en México mostraron un gradiente de dispersión superior al encontrado en Florida y Brasil donde los gradientes de dispersión fueron de 170 km (3 años), 317 km (6 años) y en México 100 km en tan solo 1.5 años.

En el mapa de dispersión (Figura 2), puede observarse que la enfermedad inicialmente se presentó en dos puntos focales del territorio mexicano: La Península de Yucatán (en los estados de Yucatán y



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Quintana Roo) y al Occidente del país en los estados de Jalisco y Nayarit (Zona del Pacífico) a partir de los cuales se diseminó rápidamente (Trujillo-Arriaga et al., 2008). La llegada del HLB a la Península de Yucatán en 2009 probablemente se debió al desplazamiento de insectos vectores procedentes de países con presencia de la bacteria (Belice, Cuba, República Dominicana) lo que pudo haber sido favorecido por la presencia de los vientos predominantes en la zona, a diferencia de la zona del Pacífico donde probablemente el ingreso fue originado por el desplazamiento de material vegetal infectado (yemas vegetativas, varetas, ornamentales, etc.) o insectos vectores portadores de la bacteria hospedados en algún material vegetal (SADER y SENASICA, 2019).

Posteriormente las plantaciones de los estados aledaños fueron siendo infectadas gradualmente, de modo que para el año 2010, otras 5 entidades productoras de cítricos reportaron la presencia de la enfermedad en sus cultivos. Entre los estados infectados en este periodo se encontraba el principal productor de cítricos en el país (Veracruz), así como los estados de Michoacán y Colima que ocupaban la tercera y sexta posición, respectivamente, como productores nacionales de cítricos (Cuadro 1).

Cuadro 1.- Registro de Primer reporte de HLB por Estado.

Estado	Año de Incidencia	Estado	Año de Incidencia
Jalisco	2009	Tabasco	2012
Nayarit	2009	Guerrero	2013
Quintana Roo	2009	Puebla	2013
Yucatán	2009	Zacatecas	2013
Campeche	2010	Oaxaca	2014
Colima	2010	Tamaulipas	2014
Michoacán	2010	Hidalgo	2015
Sinaloa	2010	Nuevo León	2015
Veracruz	2010	Querétaro	2015
Baja California Sur	2011	San Luis Potosí	2015
Chiapas	2011	Baja California	2016
Sonora	2011	Morelos	2016

Cabe destacar que el estado de Tabasco no reportó presencia de la enfermedad en su territorio a pesar de que 2 de los 3 estados con los que colinda reportaron en el 2010 que algunas de sus plantaciones de cítricos estaban contaminadas con HLB (Figura 2). En 2011 el estado de Chiapas, último estado colindante con Tabasco reporta la enfermedad para algunas de sus plantaciones. No obstante, la entidad tabasqueña logró mantenerse libre de la enfermedad hasta el año 2012 cuando manifestó la entrada del Huanglongbing por el municipio de Tenosique convirtiéndose en el único estado que registró el ingreso de HLB durante ese año.

En el cuadro 1 puede consultarse el listado de los estados que han registrado presencia de HLB en su territorio ordenados de manera ascendente de acuerdo con el año en que se reporta la presencia inicial de la enfermedad en las plantaciones de cítricos de cada estado. El reporte abarca desde la entrada de la enfermedad al país hasta el año 2016. Durante los siguientes 3 años la enfermedad continuó avanzando a pesar de las medidas sanitarias que se tomaron, afectando a 9 entidades más entre las que se encontraban el cuarto, octavo y noveno productores nacionales de este cultivo. El año 2015 fue uno de los peores para el país en cuanto a la dispersión de la enfermedad se refiere, ya que solo para



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

ese año 4 nuevos estados reportaron la presencia del HLB en sus plantaciones. Finalmente, los estados de Baja California y Morelos vieron afectadas sus plantaciones de cítricos debido a esta enfermedad para el año 2016 (Cuadro 1 Figura 2).

México contaba con 24 estados citrícolas antes de la llegada de la enfermedad del HLB al país (SADER y SENASICA, 2019). Los resultados de este trabajo indican que a pesar de la presencia de la enfermedad en el territorio mexicano, 23 de esos 24 estados reportados para el 2004 como citrícolas, aún continúan produciendo; únicamente el estado de Coahuila dejó de trabajar en este tipo de cultivo. Con referencia a los estados que se han visto afectados por el HLB, Jalisco mostró la mayor cantidad de municipios afectados para el año 2018, quien registró presencia de la enfermedad en 57 de sus municipios. A este le siguen los estados de Veracruz y Yucatán con 48 municipios afectados cada uno, así como Nayarit y Morelos quienes manifestaron afectaciones en 19 y 18 municipios, respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2.- Municipios Afectados con HLB por Entidad Federativa para el Año 2018.

Posición que ocupa como productor	Estados afectados por HLB	Municipios afectados por estado
16	Jalisco	57
1	Veracruz	48
10	Yucatán	48
19	Nayarit	19
22	Morelos	18
4	Tamaulipas	16
2	San Luis Potosí	13
18	Sinaloa	12
3	Michoacán	11
6	Colima	10
9	Puebla	10
11	Hidalgo	10
13	Guerrero	10
8	Oaxaca	9
14	Campeche	9
24	Chiapas	9
7	Tabasco	8
12	Sonora	8
15	Quintana Roo	6
21	Zacatecas	5
23	Querétaro	5
17	Baja California sur	4
5	Nuevo león	3
20	Baja California	2

El estado de Veracruz es el que mayor producción de cítricos tiene a nivel nacional (SIAP, 2020) y su producción se enfoca principalmente al cultivo de la naranja. Sin embargo, en los próximos años su producción podría verse afectada si se considera el número de municipios afectados por el HLB, donde en una escala nacional para el 2018 el estado ocupaba la segunda posición en número de municipios



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2021

Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL

25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

más afectados. En el extremo opuesto, los estados que revelaron tener una menor cantidad de municipios con presencia de HLB fueron: Baja California, Nuevo León y Baja California Sur con 2, 3 y 4 municipios, respectivamente, así como Querétaro y Zacatecas con 5 municipios afectados cada uno (Cuadro 2). Sin embargo, es importante señalar que el número de municipios afectados no necesariamente muestra la importancia del daño, ya que hay municipios que concentran un gran porcentaje de los cítricos de un estado y otros que tienen muy poca presencia, por lo que aún cuando varios de estos municipios se vean afectados, podrían no tener el mismo impacto de daño que si se afecta el primero.

En lo que respecta a la evaluación de la superficie sembrada, las entidades que presentaron mayor disminución en el número de hectáreas cubiertas con cítricos durante el periodo comprendido entre 2009 y 2019 fueron San Luis Potosí, Colima, Yucatán y Sonora con una reducción de 10560, 2005, 1124 y 1408 ha respectivamente que representan una pérdida del 23.3, 9.3, 5.8 y 15.5% de la superficie anteriormente sembrada en cada estado (Cuadro 3). En contraparte, los estados de Michoacán, Veracruz, Puebla y Tamaulipas fueron los que tuvieron una variación positiva mayor, incrementando los dos primeros la superficie sembrada en más de 20,000 ha cada uno. Cabe señalar que el SIAP (2020) en su resumen de Avance de Siembras y Cosechas por cultivo no menciona las causas por las cuales los estados disminuyen el número de hectáreas sembradas para el cultivo de cítricos.

Cuadro 3.- Superficie Sembrada con Cítricos (limón, naranja y pomelo) por Entidad Federativa.

Estados	Ha sembradas en 2009	Ha sembradas en 2019	Variación	% de Variación
Veracruz	205,344	225,782	20,438	10.0
Michoacán	41,308	70,138	28,830	69.8
Tamaulipas	38,024	43,292	5,268	13.9
San Luis Potosí	45,381	34,821	-10,560	-23.3
Puebla	24,596	32,272	7,676	31.2
Nuevo león	27,208	28,047	839	3.1
Oaxaca	21,502	26,119	4,617	21.5
Colima	21,610	19,605	-2,005	-9.3
Yucatán	19,270	18,146	-1,124	-5.8
Tabasco	15,345	15,501	156	1.0
Sonora	9,075	7,667	-1,408	-15.5
Guerrero	7,448	7,521	73	1.0
Jalisco	3,622	7,227	3,605	99.5
Hidalgo	5,744	6,035	291	5.1
Campeche	4,670	5,621	951	20.4
Chiapas	3,637	4,721	1,084	29.8
Quintana Roo	3,874	3,849	-25	-0.6
Nayarit	2,210	2,992	782	35.4
Sinaloa	2,359	2,961	602	25.5
Baja California Sur	2,577	2,949	372	14.4



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Zacatecas	24	626	602	2508.3
Morelos	520	590	70	13.5
Baja California	610	414	-196	-32.1
Querétaro	185	249	64	34.6
Total	506,143	567,145		

Considerando el número de hectáreas que se disminuyeron a la siembra para este tipo de cultivos, San Luis Potosí fue para ese año el que presentó el número más alto, seguido de Colima y Sonora. En contraste, estados como Michoacán, Veracruz y Puebla incrementaron el número de hectáreas sembradas de cítricos. En este sentido no hay que perder de vista que los porcentajes representan una cantidad dada como una fracción en 100 partes iguales, por lo que es importante mantener en mente el número de hectáreas totales. Por ejemplo: Veracruz y Morelos incrementaron la superficie sembrada con cítricos. Morelos logró un incremento del 13.5% y Veracruz solo de un 10%. No obstante, para Morelos ese aumento solo significó una variación positiva de 70 ha, mientras que para Veracruz el incremento se tradujo en 20,438 ha que lo afianzaron como la entidad que mayor número de ha sembradas de cítricos tiene (Cuadro 3).

De acuerdo con la información analizada, en México los principales cítricos que se producen son naranja, limón, mandarina y toronja. No obstante, la mayor producción se concentra en la naranja y como segundo cítrico producido se encuentra el limón (Figura 3). Esta información coincide con lo reportado por la FAO (2016) y Robles-González et al., (2013) quienes afirman que entre los principales países productores (Brasil, EUA, China, México y España), conforman una superficie citrícola de más de 3.5 millones de hectáreas con una producción de más de 107 millones de toneladas al año, donde las principales especies cultivadas son naranjo dulce, limón mexicano, mandarina y pomelo.

De acuerdo con la FAO (2016), México se ubica en el 5° lugar a nivel global en producción de cítricos solo después de China, Brasil, India y Estados Unidos de América. Los resultados del estudio y en concordancia con la literatura, los dos principales cítricos que México produce son la naranja y el limón (Figura 3), lo que hace al territorio susceptible de sufrir severos daños por la enfermedad, ya que reportes en otros países mencionan que los daños del Huanglongbing son más severos en naranja dulce y mandarina causando gradualmente la muerte del árbol (Fundecitrus, 2009). Sin embargo, en México los daños más severos los ha inducido en plantaciones de limón mexicano y persa (SENASICA, 2012). En ambos casos, existe el riesgo de severos daños ya sea por ataque a la naranja o al limón.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

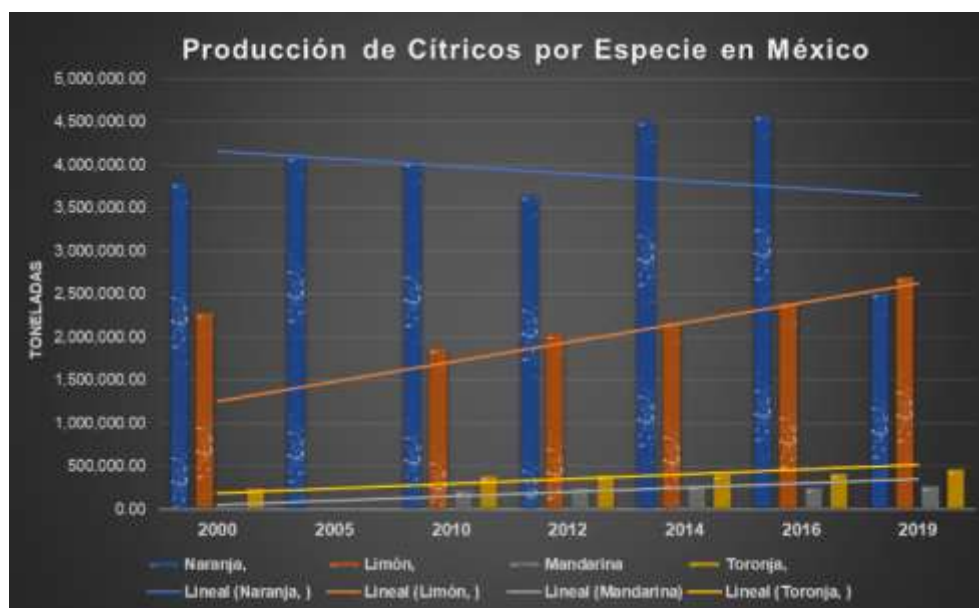


Figura 3.- Producción de Cítricos y Tendencia por Especie (Naranja, limón, toronja y mandarina) en México. Elaboración Propia.

Los datos muestran que antes de la llegada del Huanglongbing al país, la producción de naranja era de 4.1 millones de toneladas. Sin embargo, para el año 2019 la producción bajo casi en un 50% alcanzando apenas a superar ligeramente los 2 millones de toneladas (Figura 3). En el caso del limón la situación es un tanto distinta, ya que antes del ingreso del HLB al territorio mexicano, la producción era de 1,117,900 toneladas. No obstante, esta cantidad se elevó para el año 2019 lográndose una producción de 2,800,000 toneladas (Figura 3). Algunas de las posibles razones en el incremento de la producción del limón pueden ser que, aunque para el año 2016 la superficie de producción se mantuvo estable, hubo una mejora en la productividad e impulso de los cítricos destinados al comercio internacional (SIAP-SAGARPA, 2017), aunado al incremento en al menos el 50% de los estados productores de la superficie de producción en 2019.

En la figura 3 puede observarse la tendencia del cultivo de naranja a disminuir a partir de la entrada del HLB al territorio nacional, siendo más pronunciada esta caída hacia el último periodo evaluado en el presente trabajo, donde la disminución de 2016 a 2019 es de más de 2 millones de toneladas. En contraste, la producción del segundo cítrico de mayor relevancia productiva del país exhibe una constante tendencia al incremento que se mantiene hasta el último registro analizado para 2019. El aumento en la cifra de producción en el limón desde la entrada del HLB al país hasta el 2019 fue del 100%. La mandarina y la toronja también han visto incrementadas sus respectivas producciones.

De acuerdo con el IICA (2010), el porcentaje total de pérdidas estimado en el país a causa del HLB se definió en 3 niveles de impacto: alto, medio y bajo (Cuadro 4). Para el caso de la naranja el nivel de pérdidas en 22 entidades de un total de 27 se agrupó en la categoría de bajo impacto (Cuadro 4), donde se estimó que el total de producción lograda contribuyó a superar las pérdidas del grupo moderado.

Las estimaciones de pérdida potencial a causa del HLB fueron de 41.1%, en el impacto alto. En el mismo nivel de riesgo las pérdidas en naranja y toronja se proyectaron hasta un 52.7% (Veracruz). En cuanto al número de toneladas, la estimación en el nivel de riesgo alto se proyectó a 230 mil y 147 mil t perdidas en limón mexicano y limón persa. En términos socioeconómicos, las pérdidas económicas estimadas por el establecimiento del HLB en el país fue de 42% en naranja y 33% en limón mexicano (Cuadro 4) y en lo que a empleos directos generados por el cultivo de cítricos se refiere, se estimó la disminución de 6 a 9 jornales (SADER-SENASICA, 2019).



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Cuadro 4.- Pérdidas potenciales en la producción cítrica en México por especie, categorizadas por nivel de impacto del HLB. Fuente: IICA, 2010.

Especie	Producción Nacional (t)	Impacto bajo		Impacto medio		Impacto alto		Producción		
		Pérdida potencial por HLB (t)	Pérdida potencial HLB (%)	Pérdida potencial por HLB (t)	Pérdida potencial HLB (%)	Pérdida potencial por HLB (t)	Pérdida potencial HLB (%)	Valor de la producción (miles de pesos)	Valor de la produc. (%)	Toneladas de produc.
Limón mexicano	1308,354	130,835.4	10.0	183,968	14	230,270.3	17.6	3,185,739.0	31.98	8
Limón persa	834,966	83,496.6	10.0	116,685	14	146,954.0	17.6	1,609,204.0	15.77	9
Limón italiano	87,332	8,733.2	10.0	12,998	14	18,335.2	17.6	136,304.0	1.34	7
Naranja	4,390,326	1,448,807.6	33.0	1,824,065	42	2,313,701.8	52.7	4,340,534.0	42.53	7
Mandarina	200,891	33,147.0	16.5	39,790	21	53,035.2	26.4	204,325.0	2.00	9
Toronja	425,255	140,334.2	33.0	178,208	42	224,309.4	52.7	529,514.0	5.19	6
Total cítricos	12,463,005	1,845,333.9	14.8	2,384,114	32	2,983,406.0	41.1	10,305,400.0	100.0	8

La citricultura es una de las actividades económicas más importantes en el país. De los estados cítricos, los que más aportaciones económicas tuvieron en el año 2018 fueron el estado de Veracruz con 7,868.5 millones de pesos, Tamaulipas con 2,028 millones y Michoacán con 2,759.7 millones de pesos. En contraste, entre los estados con menos aportaciones a la producción nacional se encuentran: Querétaro con 3.75 millones, Zacatecas con 8.89 millones y Baja California con 17.4 millones de pesos.

En la figura 4 puede observarse la producción anual expresada en millones de pesos por entidad federativa citrícola. Los estados que tienen las mayores aportaciones se encuentran en tonos más oscuros.



Figura 4.- Producción anual de cítricos por Entidad Federativa (2018). Elaboración Propia.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

Respecto al porcentaje que aportó cada entidad a la producción nacional de cítricos durante el ciclo 2018, el estado de Veracruz se destaca por tener una importante contribución, ya que solo ese estado aportó el 38.8% de los cítricos del país; a este le siguieron los estados de Michoacán y Tamaulipas que contribuyeron en conjunto con poco menos del 24%. Estados como Zacatecas, Querétaro y Baja California mostraron tener una producción apenas incipiente.

La producción nacional de limón, naranja, toronja, mandarina y lima en el país es de gran relevancia, ya que en ella participan 67 mil familias mexicanas, se generan 70 mil empleos directos y 250 mil indirectos (Hernández et al., 2019). El impacto social y económico ocasionado por la reducción y pérdida en la producción de cítricos afectó directamente al empleo, tanto en campo como en la agroindustria, y en empresas relacionadas a la producción, procesamiento y distribución de cítricos con la pérdida de 112.2 millones de jornales. Además de la reducción en el ingreso de importantes divisas al país. A todo esto, se suman impactos ambientales asociados principalmente a la eliminación y quema de millones de árboles y al uso intensivo de plaguicidas químicos (FAO, 2021).

CONCLUSIONES

La citricultura es una de las actividades de mayor importancia económica que presenta el sector primario de México. Hasta el año 2019, la superficie total de hospedante para el HLB en el país se encontraba representada por 589,757.57 ha, con una producción de 8.3 millones de toneladas y un valor de la producción de \$23.9 mil millones de pesos.

La enfermedad de Huanglongbing ha afectado seriamente la producción de cítricos en el país. Las pérdidas económicas a causa de esta enfermedad se presentan en diversos ámbitos interrelacionados entre sí. El impacto del HLB respecto al valor de la producción cítrica ha afectado principalmente al cultivo de naranja y limón mexicano afectando directamente la generación de empleos tanto en campo como en la agroindustria; así como en empresas relacionadas a la producción, procesamiento y distribución de cítricos con la pérdida de 112.2 millones de jornales. La pérdida económica total estimada en la producción de cítricos para el 2019 fue de \$10.2 mil millones de pesos.

Los estados cítricos con mayor impacto del HLB considerando el número de municipios que tienen presencia de la enfermedad fueron Veracruz, San Luis Potosí, Michoacán y Tamaulipas. No obstante, el incremento logrado en la superficie sembrada con cítricos en el 2019, consolidó a Veracruz como el principal estado productor del país para 2019.

LITERATURA CITADA

- Fundecitrus. 2009. Manual técnico de Greening. Folleto técnico. Brasil. 12 pp.
- Hernández Hernández, R., Granados Ramírez, G. R., Mora Aguilera, G., Aguirre Gómez, R., & León García, I. 2019. Reconversión de cultivos como resultado de la presencia de Huanglongbing en Colima, México. Acta universitaria, 29.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2010. Evaluación del impacto económico de la enfermedad de los cítricos huanglongbing (hlb) en la cadena cítrica mexicana. México. <http://www.iica.int/>
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2019. Mapa digital de México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2020. Cifras en México: INEGI. Disponible En: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/>
- Merfa, MV, Pérez-López, E., Naranjo, E., Jain, M., Gabriel, DW y De La Fuente, L. 2019. Avances y obstáculos en el cultivo de 'Candidatus Liberibacter asiaticus', la bacteria asociada a Huanglongbing. Fitopatología, 109 (7), 1092-1101.
- Monzó, C., Urbaneja, A., & Tena, A. (2015). Los psílidos *Diaphorina citri* y *Trioza erytreae* como vectores de la enfermedad de cítricos Huanglongbing (HLB): reciente detección de *T. erytreae* en la Península Ibérica. Boletín SEEA, 1, 29-37.
- Orduz-Rodríguez, J. O., & Mateus Cagua, D. M. 2012. Generalidades de los cítricos y recomendaciones agronómicas para su cultivo en Colombia. Cítricos: cultivo, poscosecha e industrialización.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2021. Accesado el 23 de febrero de 2021. Disponible En: <http://www.fao.org/americas/prioridades/hlb/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. 2016. Citrus Fruit Fresh and Processed, Statistical Bulletin. En Línea: <http://www.fao.org/3/a-i8092e.pdf>.
- Pérez González, O. 2015. Aislamiento, producción y evaluación de la patogenicidad de cepas de *Hirsutella citrifomis* Speare para el control de *Diaphorina citri* Kuwayama, vector de la enfermedad Huanglongbing de los cítricos (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2019. México en breve. Disponible en: <https://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/countryinfo.html>
- Robles-González, M. M., Velázquez-Monreal, J. J., Manzanilla-Ramirez, M. Á., Orozco-Santos, M., Medina-Urrutia, V. M., López-Arroyo, J. I., & Flores-Virgen, R. 2013. Síntomas del Huanglongbing (HLB) en árboles de limón mexicano [*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle] y su dispersión en el estado de Colima, México. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 19(1), 15-31.
- Sáenz Pérez, C. A., Hernández, E. O., Estrada Drouaillet, B., Poot Poot, W. A., Delgado Martínez, R., & Herrera, R. R. 2019. Principales enfermedades en cítricos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(7), 1653-1665.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) y Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria -Dirección General de Sanidad Vegetal-Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. (SENASICA-DGSV). 2019. Ficha Técnica de HLB Huanglongbing. Cd. de México. Ficha técnica 78. 34p.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). 2019. Reporte del mercado de Limón
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2016. Atlas Agroalimentario. Distrito Federal, México: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SIAP-SAGARPA). 2017. 46 p.
- Soto Pertuz, A. C. 2020. Revisión general acerca del HLB (Huanglongbing) o enfermedad del enverdecimiento de los cítricos.
- Torres-Pacheco, I., López-Arroyo, J. I., Aguirre-Gómez, J. A., Guevara-González, R. G., Yáñez-López, R., Hernández-Zul, M. I., & Quijano-Carranza, J. A. 2013. Potential distribution in Mexico of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) vector of Huanglongbing pathogen. *Florida Entomologist*, 36-47.
- Trujillo-Arriaga, J., Sánchez-Anguiano, H. M., & Robles-García, P. L. 2008. Situación actual y perspectivas del huanglongbing y el psílido asiático de los cítricos en México. SAGARPA. Memorias: Taller Internacional sobre Huanglongbing de los cítricos.
- United States Department of Agriculture (USDA). 2020. Reporte de la USDA sobre la producción anual de cítricos de México: Limón fresco. Disponible En: <https://www.inforural.com.mx/reporte-de-la-usda-sobre-la-produccion-anual-de-citricos-de-mexico-limon-fresco>
- Varela González, F. 2015. Establecimiento aséptico y microinjerto de explantes de cítricos certificados de importancia agronómica para el noreste de México (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Wang, N. 2019. La crisis del huanglongbing de los cítricos y sus posibles soluciones. *Planta molecular*, 12 (5), 607-609.



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

Tecnología de Alimentos



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE METALES PESADOS EN MIELES PRODUCIDAS EN
EL ESTADO DE TABASCO**

**DETERMINATION AND QUANTIFICATION OF HEAVY METALS IN HONEY PRODUCED IN THE
STATE OF TABASCO**

Almeida Córdova JI¹; Reyes Rosas JL²; Sol Sánchez A¹ y Zaldívar-Cruz JM^{1*}

¹Colegio de Postgraduados. Km. 3.5 s/n Periférico Carlos A. Molina, Carretera Cárdenas-Huimanguillo. C.P. 86500. Cárdenas, Tabasco.

²Federal Química S.A DE C.V. Prol. Juan Lucas Lassaga 251, Tránsito, Cuauhtémoc, 06820 Ciudad de México, CDMX, México

Autor para correspondencia: *zaldivar@colpos.mx

RESUMEN

Se determinó y cuantificó la presencia de metales pesados en las mieles obtenidas de apiarios localizados en las diferentes zonas fisiogeográficas del estado de Tabasco. Estos análisis se realizaron mediante Espectroscopia de Absorción Atómica y digestión por vía microondas, para cuantificar Cadmio (Cd), Plomo (Pb) y Arsénico (As) y por Espectroscopia de Absorción Atómica por Vapor Frío y por Horno de Grafito para el Mercurio (Hg). La exactitud del procedimiento de digestión empleado fue evaluada determinando el porcentaje de recuperación, lográndose entre 95 y 105% de recuperación. Los límites de detección estimados para el As, Cd, Pb y Hg fueron de 2.0 µg/L, 2.0 µg/L, 2.0 µg/L y 0.4 µg/L, respectivamente. Los contenidos de estos metales en las muestras de mieles se encontraron por debajo de estos límites y de los establecido por la NOM-127-SSA1-1994.

Palabras clave: *Absorción atómica, Horno de grafito, Vapor frio, Digestión acida.*



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DE RECUBRIMIENTOS A BASE DE ZEÍNA Y ALGINATO DE SODIO EN LA CALIDAD POSTCOSECHA DE CHILE SERRANO

EVALUATION OF THE FUNCTIONALITY OF COATINGS BASED ON ZEIN AND SODIUM ALGINATE IN THE POSTHARVEST QUALITY OF SERRANO PEPPER

¹Linares-Castañeda A., ¹Gómez y Gómez, Y.M. y ^{1*}Corzo-Rios L.J.

¹Departamento de Bioprocesos, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México.
Autor para correspondencia: lcorzo@ipn.mx

RESUMEN

Las pérdidas postcosecha en productos frescos puede reducirse con la implementación de películas y recubrimientos comestibles. En este estudio se evaluaron recubrimientos de zeína y alginato de sodio plastificados con glicerol en la preservación de la calidad de chile serrano, el cual es un fruto susceptible a la degradación debido a su naturaleza perecedera y manejo inadecuado durante la cadena de suministro. Se evaluó la pérdida de peso, la firmeza y el color de los chiles con recubrimientos y el testigo durante quince días de almacenamiento a 9 y 20°C. Posteriormente se realizó un análisis de medias para evaluar la diferencia estadística entre los chiles serrano con y sin recubrimiento. Los principales indicadores de la calidad del chile serrano se vieron afectados por el tipo de recubrimiento y por las condiciones ambientales durante el almacenamiento.

Palabras clave: *recubrimientos, zeína, alginato de sodio, chile serrano*



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

**SÍNTESIS DE ADSORBENTES DE BAJO COSTO A PARTIR DE RESIDUOS BIOMASA
POSCOSECHA DE VAINA DE CACAO (*THEOBROMA CACAO L.*)**

**SYNTHESIS OF LOW-COST ADSORBENTS FROM RESIDUES POST-HARVEST BIOMASS OF
COCOA SHEATH (*THEOBROMA CACAO L.*)**

¹López Margalli KS, ¹Guerra Que Z, Urrieta Saltijeral JM, ¹Hernández Vélez RM, ¹Reyes Osorio J
²Silahua Pavón AA, ²Torres Torres JG

¹ Tecnológico Nacional de México Campus Villahermosa, Laboratorio de Investigación 1 Área de Nanotecnología, Km. 3.5 Carretera Villahermosa–Frontera, Cd. Industrial, C.P. 86010 Villahermosa, Tabasco, México.

² Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Centro de Investigación de Ciencia y Tecnología Aplicada (CICTAT), DACB, Laboratorio de Nanomateriales Catalíticos Aplicados al Desarrollo de Fuentes de Energía y Remediación Ambiental, Km.1 carretera Cunduacán-Jalpa de Méndez, C.P. 86690, Cunduacán, Tabasco, México.

Autor para correspondencia: zenaida.gq@villahermosa.tecnm.mx

RESUMEN

Este trabajo reporta un nuevo método de síntesis de materiales adsorbentes a partir de vaina de cacao, usando la biomasa residual. Se ocupó tratamiento con ácido sulfúrico al 0.5 y 10 M además se probó tratamiento alcalino al 0.1 y 5M. Los adsorbentes fueron caracterizados mediante técnicas de Fisisorción de Nitrógeno y Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) usadas sobre muestras de estos materiales antes y después del tratamiento por lo que, podremos estudiar los cambios en la superficie de su estructura. De acuerdo al Área Superficial Específica (ASE), observamos que existe un aumento de la superficie luego del tratamiento Ácido al 5 y 10 M y del tratamiento Alcalino al 0.1 y 5 M. A mayor concentración de Ácido y de Hidróxido, mayor es el área superficial presentada en el adsorbente, en comparación con el blanco (sin tratamiento). Con las imágenes MEB y análisis elemental EDX comprobamos las observaciones estructurales, obtenidas por ASE.

Palabras clave: *adsorbentes, porosidad, interacciones electrostáticas, compuestos orgánicos refractarios, persistentes*



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

CARACTERIZACIÓN BIOQUÍMICA DE SEMILLA DE CHIHUA (*CUCURBITA ARGYROSPERMA HUBER*) PROVENIENTE DEL MUNICIPIO DE BALANCAN, TABASCO

BIOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF CHIHUA SEED (*CUCURBITA ARGYROSPERMA HUBER*) FROM THE MUNICIPALITY OF BALANCAN, TABASCO

¹Jimenez Margalli M.C., ²Barrón Freyre S., ³Argüello-García E., ⁴Corzo Ríos L., ⁵Jiménez Martínez C., ⁶Sánchez Chino X.M., ²Martínez Herrera J.*

¹Instituto Tecnológico Superior de los Ríos, Balancán, Tabasco,

²Instituto Nacional de Investigación Forestales Agrícolas y Pecuarias. Carretera Federal Huimanguillo-Cárdenas Km 1, Huimanguillo Centro, C.P. 86400 Huimanguillo, Tab. ³Universidad Popular de la Chontalpa, Cárdenas, Tabasco, ⁴UPIBI-IPN, ⁵ENCB-IPN, ⁶ECOSUR Unidad Villahermosa

Autor por correspondencia: martinez.jorge@inifap.gob.mx

RESUMEN.

La familia *Cucurbitaceae* incluye 118 géneros y 825 especies, de las cuales, 141 (128 silvestres y 13 cultivados) crecen en México, convirtiéndolo en uno de los países con más diversidad en este aspecto. Muchas *Cucurbitaceae* son importantes para la economía y cultura de diversas sociedades, ya que se encuentran entre las primeras plantas domesticadas por el ser humano, utilizadas como alimento y medicina. En Tabasco, el cultivo de la chihua es muy importante sobre todo para los municipios de Balancán y Tenosique, es por ello que el presente trabajo tuvo como objetivo determinar las propiedades químicas de la harina y aceite de chihua de dos sitios provenientes de Balancán, Tabasco. El contenido de lípidos totales en las muestras de semilla fueron 37.06% para Balancán y 48.35% para Ejido el Pichi, mostrando que son una fuente promisoría de aceite, sus contenidos de cenizas y humedad se encuentran dentro los reportados para otras *Cucurbitaceae*s y harinas de otras oleaginosas. En cuanto a los índices de acidez de ambos sitios Ejido el Pichi y Balancán mostraron valores de 1.6 y 1.50 mg/KOH/g, respectivamente, considerándose una acidez aceptable, así como el índice de yodo que fueron de 78.10 y 77.10 meq O₂/Kg, respectivamente. Sin embargo los datos obtenidos para los índices de peróxido fueron muy altos en ambas muestras, superiores a los reportados para otros aceites comerciales, y los valores del índice de saponificación fueron muy bajos. Este comportamiento quizás causado por las altas temperaturas y tiempo, a los cuáles fueron concentrados los aceites en el rotaevaporador, afectando su calidad.

Palabras claves: Calabaza chihua, aceite, análisis fisicoquímicos, extracción.

INTRODUCCION.

La familia *Cucurbitaceae* incluye 118 géneros y 825 especies, de las cuales, 141 (128 silvestres y 13 cultivados) crecen en México, convirtiéndolo en uno de los países con más diversidad en este aspecto. Muchas *Cucurbitaceae* son importantes para la economía y cultura de diversas sociedades, ya que se encuentran entre las primeras plantas domesticadas por el ser humano, utilizadas como alimento y medicina, entre las cuales se encuentra la *Cucurbita argyrosperma*. (Jimenez et al., 2016). De acuerdo con Garza et al. (2010) se pueden obtener de 200 a 700 kg ha⁻¹ de semilla durante el otoño y hasta 1000 kg en primavera; siendo los frutos híbridos los que poseen el mayor rendimiento respecto a los criollos o líneas locales.

La calabaza chihua (*Cucurbita argyrosperma* Huber) ocupa un lugar predominante en la milpa, pues su cultivo se remonta a miles de años y en una gran diversidad de especies de esta hortaliza. El primer estado productor de chihua en México es Campeche con 19,047 ha, seguido de Guerrero con 8,185.52 ha, muy cerca Tabasco con 7,387 ha, Quintana Roo con 2,117, Veracruz con 1,580 ha y Chiapas con 1,475 ha., entre otros (SIAP, 2019).



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

En el estado de Tabasco, el cultivo de calabaza chihua ha ido en aumento, incluso se ha establecido en ambos ciclos de primavera-verano y otoño-invierno, simplemente en el año 2018 se establecieron 7,439 ha y en el 2019 fueron 7,638 ha; además el precio se incrementó de \$28,655.28 pesos a \$30,600.27, respectivamente (SIAP, 2019). El precio, ha sufrido variaciones sobre todo al alza, lo que ha beneficiado a los productores. Los principales municipios productores de chihua en el estado de Tabasco son Balancán con 6,078 ha y Tenosique con 1,358 ha, y en menor proporción los municipios de Jonuta, Huimanguillo y Emiliano Zapata (SIAP 2019). A pesar de ser un cultivo de gran importancia en el estado de Tabasco, las diferentes variedades de chihua que se encuentran en el municipio de Balancán, no han sido caracterizados bioquímicamente, es por ello que el objetivo del presente trabajo fue determinar las propiedades químicas de la harina y aceite de chihua de dos accesiones de Tabasco, y con ello brindar conocimiento a los productores y valor agregado a la semilla como a su aceite.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Material. Se realizaron colectas de semillas de chihua del Ejido el Pichi perteneciente al municipio de Balancán y de la cabecera municipal. Los cuáles se encuentran localizados en las siguientes coordenadas 17°54'59"N y 91°01'07"W y 17°.48',50" N, 91°.32'12"W, respectivamente.

Las semillas colectadas se limpiaron de manera manual, posteriormente fueron peladas de la misma manera apoyándose con pinzas para quitar la cáscara y quedar con la pepita únicamente, esta fue molida en un molino Mod. Ciclotec hasta convertirla en harina.

Extracción del aceite por método Soxhlet

Para ello se empleó un equipo Soxhlet agregando el hexano en el matraz de bola de 1000 mL, y la harina entera se transfirió a un cartucho de papel filtro, y se sometió a extracción durante 10 horas, pasado este tiempo se concentró en un rotaevaporador de Mca Yamato para recuperar el disolvente y obtener el aceite para los análisis posteriores.

Análisis bioquímico a la semilla y aceite de chihua

A la harina entera, se le realizó el análisis químico proximal que consistió en determinación de humedad, cenizas, lípidos y proteína y los análisis del índice de acidez, índice de saponificación, índice de peróxido, índice de yodo y el índice de esteres; de acuerdo a la metodología descrita por la AOAC (1995), de cada prueba se realizaron tres repeticiones y se calculó su desviación estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Las colectas de las semillas se realizaron en el Ejido el Pichi, y en la cabecera municipal de Balancán, Tabasco. La morfología de las semillas a pesar de ser del mismo municipio son diferentes en cuanto a su color, olor, tamaño, y textura.



Figura. 1 Mapa del municipio estudiado. (Pinterest)



XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México



Figura. 2. Fotografía de la Chihua (*Cucurbita argyrosperma* Huber) recolectada en el ejido el "pichi" en Balancán, Tabasco. (Foto por: Ma. Carmen-Jimenez, 2021)



Figura. 3 Chihua (*Cucurbita argyrosperma* Huber) recolectada en la cabecera municipal de Balancán, Tabasco. (Foto por: Ma. Carmen-Jimenez, 2021)

En el cuadro 1, se muestra los resultados del químico proximal, en donde se observa que la semilla de cada muestra (El Pichi y Balancán); tuvieron diferencias significativas. Se evidencian contenidos de humedad menores al 10%, en las dos muestras de harina, esto es importante desde el punto de vista de almacenamiento, dado que a bajos contenidos de humedad la harina tiene más vida de anaquel y no sufre de ataque de microorganismos y micotoxinas que deterioran el producto, los valores obtenidos para las dos harinas de El Pichi y Balancán son ligeramente superiores a las que han reportado para semilla de calabaza de 4.45% y de 5.58% (Kipping et al., 2018); así como otras especies de calabaza de otros países como *C. pepo*, *C. moschata*, *C. maxima* que mostraron valores de 7.4, 5.1 y 2.7%, respectivamente (Kim et al, 2012), estos valores están dentro del rango de seguridad para una harina. Por otro lado, la semilla de chihua, presenta un alto contenido de aceite entre 37 y 47%, valores cercanos a los reportados para *C. pepo* (43.9%), *C. moschata* (45.6%) y *C. maxima* (52.4%) (Kim et al, 2012), proponiéndolas como fuentes promisorias de lípidos, incluso comparado con otras oleaginosas como soya, girasol, incluso con el piñón mexicano (*J. curcas* L.) que tienen cantidades entre 40-65% de aceite crudo (Martínez et al, 2019; Kitts et al., 2019; de Carvalho et al., 2018). La semilla de chihua de Ejido el "Pichi" tiene mayor porcentaje de lípidos que la de Balancán, como apreciamos en la figura 2 y 3, hay variantes en tamaño y color de la semilla, que pudieran en cierto grado beneficiar a que haya una mayor cantidad de aceite en las semillas de mayor tamaño.

Finalmente, el valor de cenizas representa la concentración de elementos minerales (macro y micro elementos) necesarios para la nutrición y crecimiento, el porcentaje de cenizas no tuvo alguna variable considerable pues en las dos muestras de harina fueron muy cercanos, sin embargo, hay un contenido menor en la semilla proveniente de Balancán, no obstante sus valores de cenizas están dentro de los parámetros reportados para otras especies de Cucurbitáceas como *C. pepo*, *C. moschata* y *C. máxima* que reportaron valores entre 2.7 a 7.4%, y en semillas oleaginosas como soya, girasol y piñón mexicano (Martínez et al, 2019; Kitts et al., 2019; de Carvalho et al., 2018). Falta por realizar el análisis del



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

contenido proteico, que se espera realizarse para el mes de agosto del 2021 para complementar el estudio.

Cuadro 1. Análisis químico proximal de las variedades de harina de chihua.

Determinaciones (%)	Ejido el "Pichi"	Balancán
Humedad	6.02±1.13	5.63±0.01
Lípidos totales	48.35±1.14	37.06±0.09
Cenizas	3.42±0.05	2.33±0.01

*Promedio de tres repeticiones

Análisis químico de los aceites.

En el cuadro 2, se muestra los resultados obtenidos del análisis químico de los aceites de chihua en el municipio de Balancán, Tabasco, el índice de acidez estuvo en el rango de 1.5 a 1.6 mg KOH/g en las muestras de chihua, la acidez cumple como función indicar el estado que guarda el aceite y calidad del mismo, el valor máximo permitido por la industria alimenticia para el aceite refinado es de 0.1 mg KOH/g y sin refinar es de 6.6 mg KOH/g, como ocurre en los aceites de estudio, presentando valores bajos, por lo tanto, guarda un comportamiento estable de no enranciamiento y de calidad.

El índice de yodo muestra valores de 78.10 g/100 para el Ejido El Pichi y 77.10g/100 para la cabecera municipal, El valor de yodo, es una medida del grado de insaturación del aceite, que puede ser clasificado como secantes (mayores a 140 meq I₂/g), semisecantes (110-139 meq I₂/g), y no secante (menores de 110 meq I₂/g), los aceites secantes son los que presentan alta proporción de ácidos grasos insaturados que cuando se polimerizan y secan con el oxígeno del aire, forman una película resistente y brillante; la velocidad de secado aumenta con el número de dobles enlaces. De acuerdo con los valores encontrados los aceites de chihua se clasifican como secantes.

Respecto al índice de peróxido, ambas muestras de aceite presentaron valores muy superiores a los reportados para otras oleaginosas, lo que indica que el aceite puede ser altamente inestable al calor, esto debido a la forma de recuperación en rotaevaporador, en donde se utilizaron temperaturas mayores a 75°C y tiempo prolongados cercanos a las tres horas. Regularmente, los aceites vegetales tienen valores de peróxido por debajo de 10 meq O₂/kg (Adelola et al., 2012). Las altas temperaturas, la luz visible y el oxígeno pueden aumentar fácilmente el índice de peróxido de los aceites. Aceites con índice de peróxido superior a 9 meq O₂/kg causan problemas de salud indeseables al aumentar los grupos reactivos de oxígeno, así como los productos secundarios de la peroxidación lipídica que estimulan enfermedades cardiovasculares e inflamatorias (Lobo et al., 2010). Por lo tanto, no se deben producir aceites que tengan índice de peróxido y tampoco se deben poner algunas regulaciones a los aceites de cocina altamente oxidados. Generalmente, los aceites con niveles de peróxido superiores 10 a meq O₂/kg se consideran menos estables y tienen una vida útil corta (Lobo et al., 2010).

El índice de saponificación en el aceite de chihua en las dos muestras se encontró entre un rango de 56 al 63 mg KOH/g respectivamente, en este caso, el aceite de chihua el índice de saponificación es demasiado bajo comparados con otros aceites comestibles como maíz y canola, (Ortegón et al, 2006).

Cuadro 2. Análisis químico del aceite de chihua proveniente de Balancán, Tabasco

Índices	Ejido El "Pichi"	Balancán
Acidez (mg KOH/g)	1.6±2.71	1.50±0.00
Peróxido (meq/kg)	31.72±0.16	15.90±0.03
Yodo (meq O ₂ /Kg	78.10±0.08	77.10±0.03
Saponificación (mg KOH/g))	56.76±0.38	62.91±0.79

*Promedio de tres repeticiones



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL**
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

CONCLUSIONES.

El estudio mostró potencial para que el aceite de semilla de calabaza de los dos sitios de Balancán, serían adecuadas para aplicaciones alimentarias e industriales, no obstante, se tendrá que tener especial cuidado en la obtención del aceite para realizar los análisis químicos y no alterar sus índices químicos.

LITERATURA CITADA.

- A.O.A.C. 1995. Official methods of analysis of the Association of Analytical chemist, 15th Ed. Washinton D. C.
- Adelola, Orhevba Bosede and Efomah Andrew Ndudi. (2012). Extraction and Characterization of Cottonseed (*Gossypium*) Oil. *International Journal of Basic and Applied Sci.* 1(2):398-402.
- de Carvalho, C. G. P., da Silva, M. F., Mandarino, J. M. G., Grunvald, A. K., Ramos, N. P., Ribeiro, J. L., & de Paulo Campos Godinho, V. (2018). Fatty acid profiles in sunflower grains during storage in different environments. *J. American Oil Chem. Soc.* 95(1), 61-67.
- Garza O., Núñez G., Serrano E., Huez L., López E. (2010). Comportamiento diferenciado de líneas, híbridos y criollos de calabaza arota (*Cucurbita argyrosperma Huber*) en primavera y otoño. *Biotecnia*, Vol. 12 (3):3-13
- Godson, A. & Basse U. (2015). Characterization of Oil and Biodiesel Produced from *Thevetia peruviana* (Yellow Oleander) Seeds. *International Journal of Sustainable and Green Energy*, Vol. 4 (4), 150-158
- Jimenez D., Bañuelos F., Martínez C, Ramírez M., Galván C. (2016). Calabaza chihua (*Cucurbita argyrosperma Huber*), alternativa para alimentación animal en el trópico. *Colegio de Postgraduados Campus Campeche*, México. Vol.9 (9). 2-5
- Kim, M. Y., Kim, E. J., Kim, Y. N., Choi, C., & Lee, B. H. (2012). Comparison of the chemical compositions and nutritive values of various pumpkin (*Cucurbitaceae*) species and parts. *Nutrition Research and Practice*, 6(1), 21–27. <https://doi.org/10.4162/nrp>. 6.1.21
- Kipping D., Laurel H. Orozco A., Duran H., & López L. (2018). Características físicas y químicas de la semilla de calabaza para mecanización y procesamiento. *Coordinación Académica Región Altiplano Oeste de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí*.13-19.
- Kitts, D. D., Singh, A., Fathordoobady, F., Doi, B., & Pratap Singh, A. (2019). Plant Extracts Inhibit the Formation of Hydroperoxides and Help Maintain Vitamin E Levels and Omega-3 Fatty Acids During High Temperature Processing and Storage of Hempseed and Soybean Oils. *J. food Sci.* 84(11), 3147-3155.
- Lobo, V., Patil, A., Phatak, A. and Chandra, N. (2010). Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy reviews*, 4, 118.
- Martínez Herrera, J., Sánchez-Chino, X., Corzo-Ríos, L. J., Dávila-Ortiz, G., & Jiménez Martínez, C. (2019). Comparative extraction of *Jatropha curcas* L. lipids by conventional and enzymatic methods. *Food and Bioproducts Processing*, 118, 32–39. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2019.08.013>
- Norma oficial Mexicana, NMX-F-030-SCFI-2018, Alimentos -Aceite Comestible Puro de Maíz. Publicada el 10 de diciembre del 2018.
- Ortegón Morales, A. S., Díaz Franco, A., Ramírez de León, A. (2006). Rendimiento y calidad de semilla de variedades e híbridos de canola en el norte de Tamaulipas, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 29(2): 181-186
- Paredes A., Pérez P., Bautista J., Rosas E. (2018). Análisis de la red de valor calabaza chihua (*Cucurbita argyrosperma Huber*) en Campeche, México. *Campus Campeche. Colegio de Postgraduados*. 3-17.
- SIAP, 2019. <http://www.siap.gob.mx/> , consultado el 7 de julio de 2021.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL**
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

Ugbogu, A.E., Akubugwo, E.I., Uhegbu, F.O., Chinyere, C.G., Ugbogu, O.C. y Oduse, K.A. 2014. Quality assessment profile of *Jatropha curcas* (L) seed oil from Nigeria. International Food Research Journal 21:735-741.



**XXXII REUNION CIENTIFICA TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO
2021
Y IX SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA TROPICAL
25 y 26 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México**

**EVALUACIÓN DE EXTRACTOS DE CAFÉ OBTENIDOS POR VÍA ENZIMÁTICA VS SONICACIÓN
EVALUATION OF COFFEE EXTRACTS OBTAINED BY ENZYMATIC PATHWAY VS SONICATION**

***¹Rosa- Morales M.; ^{1*} Ríos-Cortés AM.; ²Ríos- Cortés G.**

¹Instituto Politécnico Nacional. Centro de investigación en Biotecnología Aplicada CIBA-Tlaxcala. Ex-Hacienda San Juan Molino Carretera Estatal Tecuexcomac-Tepetitla Km 1.5, Tlaxcala, C.P. 90700, México.

²Ingeniería Química Instituto Tecnológico de Orizaba. Av. Oriente 9 Núm. 852 Col. Emiliano Zapata, Orizaba, Ver., C.P. 94320, México.

*mrosasmo@ipn.mx

RESUMEN

Este trabajo se centró en la evaluación de dos metodologías (sonicación y uso de enzimas) y la tradicional (cafetera industrial) para obtener extractos de café con atributos organolépticos y características fisicoquímicas superiores a los encontrados en el mercado actual.

Se evaluó el efecto de cuatro enzimas sobre la generación de azúcares reductores y modificación de °Brix de café tostado y molido, a concentraciones de (4, 8, y 20 mg/g) a temperaturas (45, 60 y 72 °C). Los resultados indicaron que las mejores combinaciones de factores fueron a 60°C, 8mg/g, empleando una combinación de tres diferentes enzimas.

Extracción por sonicación de punta. Se determinó que empleando un sonicador con un microtip de ¼ a una amplitud de 50 % con una frecuencia de 20 kHz en modo pulsátil (1s sónica, 1s no sónica) con un tiempo de sonicado de 2 min a 60 °C fueron las mejores condiciones para obtener un extracto con la mayor cantidad de azúcares reductores

Palabras clave: *extractos de café, acidez, aroma y cuerpo*