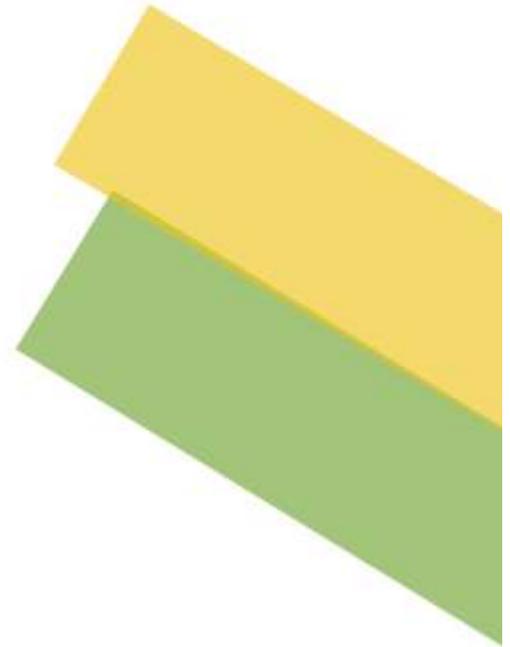




CICAV

CONGRESO INTERNACIONAL
DE CIENCIAS AGRONÓMICAS Y VETERINARIAS



SALUD ANIMAL Y SEGURIDAD ALIMENTARIA EN SISTEMAS SOSTENIBLES

26, 27 y 28 DE MARZO DEL 2025

6º Memoria





Memorias del
**Congreso Internacional de Ciencias
Agronómicas y Veterinarias.**

ISSN 2683 – 2909

Año 6, No. 1, enero - diciembre 2025

Editor en jefe

Dr. Francisco Antonio Cigarroa Vázquez

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México.

CICAV CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIAS AGRONÓMICAS Y VETERINARIAS. Año 6, No. 1, enero - diciembre 2025, es una Publicación anual editada por la Universidad Autónoma de Chiapas, Boulevard Belisario Domínguez Kilómetro 1081, Sin Número, Col. Terán, C.P. 29050. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. (968) 105 57 71 ext 5751. <http://www.cicav.unach.mx> Editor responsable: Dr. Francisco Antonio Cigarroa Vázquez. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2022-100412252100-102, ISSN: 2683 - 2909, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, el comité editorial del CICAV, Dr. Francisco Antonio Cigarroa Vázquez. Fecha de la última actualización: 28 de marzo del 2025.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma de Chiapas.



Memoria del
V Congreso Internacional de Ciencias Agronómicas y Veterinarias.
“Salud animal y seguridad alimentaria en sistemas sostenibles”

26, 27 y 28 de marzo de 2025.

COMITÉ EDITORIAL

Editor en jefe

Dr. Francisco Antonio Cigarroa Vázquez
Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa
Universidad Autónoma de Chiapas

Editor Asociado

Dra. Paola Ocampo González
Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa
Universidad Autónoma de Chiapas

COMITÉ CIENTÍFICO

MSc. Jenner Rodas Trejo
Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa
Universidad Autónoma de Chiapas

M. C. Donato Chang Gutiérrez
Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa
Universidad Autónoma de Chiapas

M. C. William Esponda Hernández
Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa
Universidad Autónoma de Chiapas

Dr. Daniel Alonso Domínguez Olvera
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Fernando González Cerón
Departamento de Zootecnia
Universidad Autónoma de Chapingo

Dr. Gregorio Joya Dávila
Instituto de Ciencias Agrícolas
Universidad Autónoma de Baja California

M. C. Pablo Rosemberg Coutiño Hernández
Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa
Universidad Autónoma de Chiapas

Dr. Ernesto Ramos Carbajal
Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa
Universidad Autónoma de Chiapas

Dr. Rodrigo Portillo Salgado
Instituto Tecnológico Superior de Calkiní
Tecnológico Nacional de México

Dr. José Antonio Hernández Marín
Departamento de Veterinaria y Zootecnia
Universidad de Guanajuato

Dr. Joel Ventura Ríos
División Ciencia Animal
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Dr. Dany Alejandro Dzib Cauch
Instituto Tecnológico Superior de Calkiní
Tecnológico Nacional de México

COMITÉ ORGANIZADOR

PRESIDENTE HONORÍFICO	Dr. Oswaldo Chacón Rojas
PRESIDENTE	Dr. Florentino Pérez Pérez
SECRETARIO	MSc. Jenner Rodas Trejo
COORDINADOR GENERAL	Dr. Francisco Antonio Cigarroa Vázquez
SECRETARIA TÉCNICA	Dra. Paola Ocampo González
COORDINACIÓN DE LOGÍSTICA	Coordinador: M. en C. Pablo Rosemberg Coutiño Hernández Colaboradores: M. en C. Donato Chang Gutiérrez Lic. Rafael Arévalo Sandoval M. en C. Carmen de los Santos Lara Lic. Blanca Cecilia Vázquez Muñoz Karla Yareth Córdova Muñoz
COORDINACIÓN DE PROTOCOLO DE INAGURACIÓN	Coordinadora: Lic. Reyna del Carmen Vázquez Gutiérrez Colaboradores: Mtra. Marisol Hernández Hernández EMVZ. Mario Jonapá López
COORDINACIÓN DE EXPOSICIÓN COMERCIAL	Coordinadora: Mtra. Mariana Elizabeth Salvatierra Rincón
COORDINACIÓN DE PONENCIAS MAGISTRALES	Coordinador: Dr. Francisco A. Cigarroa Vázquez Colaboradores: Dr. Ernesto Ramos Carbajal
COORDINACIÓN DE PONENCIAS EN FORMATO CARTEL	Coordinadora: M.C. Adriana Cecilia Rebollo Morales Colaboradores: Mtra. María del Rosario Guzmán Ñañez
MODERADORES	M. en C. Pablo Rosemberg Coutiño Hernández M. en C. Donato Chang Gutiérrez Mtro. Leonel López Sandoval M. en C. Leonardo Baltazar Domínguez Alfaro Dr. Eduardo De La Cruz Hernández
COMITÉ CIENTÍFICO	Dra. Paola Ocampo González Dr. Francisco Antonio Cigarroa Vázquez MSc. Jenner Rodas Trejo

PRESENTACIÓN

Memoria del 5º Congreso Internacional de Ciencias Agronómicas y Veterinarias “Salud Animal y Seguridad Alimentaria en Sistemas Sostenibles” 26, 27 y 28 de marzo de 2025

La Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa de la Universidad Autónoma de Chiapas se honra en presentar la memoria correspondiente al **5º Congreso Internacional de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, celebrado bajo el eje temático “Salud Animal y Seguridad Alimentaria en Sistemas Sostenibles”**. Esta quinta edición consolida una trayectoria de crecimiento académico, fortalecimiento institucional y compromiso con los desafíos globales que enfrentan las ciencias agropecuarias.

Este congreso ha reunido una vez más a investigadores, docentes, estudiantes, productores, técnicos y representantes del sector público y privado, generando un espacio de diálogo, aprendizaje y proyección para la comunidad científica. La edición 2025 reafirmó el compromiso con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, promoviendo un enfoque integral sobre la seguridad alimentaria, el bienestar animal y la sostenibilidad de los sistemas de producción.

Durante los tres días del evento, se desarrollaron conferencias magistrales, ponencias cortas y presentación de carteles científicos, donde se abordaron temáticas cruciales para el desarrollo del sector, con enfoques innovadores y propuestas orientadas a resolver problemáticas actuales. El contenido aquí reunido representa el esfuerzo conjunto de una comunidad comprometida con el conocimiento, la innovación y la transformación de nuestro entorno.

Agradecemos profundamente a todas y todos los participantes que hicieron posible esta edición, y de manera especial a quienes compartieron sus investigaciones y experiencias. Esta memoria es reflejo de su contribución al fortalecimiento académico y profesional de las ciencias agronómicas y veterinarias en nuestra región y más allá.

Atentamente,

Dr. Francisco Antonio Cigarroa Vázquez
Coordinador General

TABLA DE CONTENIDO

PONENCIAS ORALES	9
REVISIÓN SISTEMÁTICA DE EXTRACTOS Y METABOLITOS SECUNDARIOS DE INTERÉS PARA EL CONTROL DE GARRAPATAS <i>rhhipicephalus microplus</i> EN MÉXICO	10
DIAGNÓSTICO MOLECULAR DE <i>Anaplasma</i> sp., EN BOVINOS DEL TRÓPICO; PARADIGMA Y PERSPECTIVAS	15
PRUEBA DE LA EFICACIA DE CUATRO IXODICIDAS QUÍMICOS EN LOS MUNICIPIOS DE JIQUIPILAS Y BERRIOZÁBAL, CHIAPAS.	20
ANÁLISIS MULTIVARIADO EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE CORDEROS EN FUNCIÓN DE SU GRUPO GENÉTICO	24
EVALUACIÓN DE TRES CONCENTRACIONES DE BACTERIAS ENTOMOPATÓGENAS SIMBIÓTICAS DE NEMATODOS ENTOMOPATÓGENOS SOBRE LARVAS DE <i>GALLERIA MELLONELLA</i>	31
MORTALIDAD DE NUEVOS COMPUESTOS CETOENÓLICOS CONTRA EL ACARO DEPREDADOR <i>Amblyseius swirskii</i> (ACARI: PHYTOSEIIDAE).....	39
SUPRESIÓN POBLACIONAL DE NUEVOS COMPUESTOS CETOENÓLICOS CONTRA LA ARAÑA ROJA (<i>Tetranychus urticae</i> Koch).....	42
PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE PASTO TOLEDO CON FERTILIZACIÓN ORGÁNICA	46
IMPACTO DEL AGUA RESIDUAL PORCÍCOLA EN EL CONTENIDO MINERAL Y CALIDAD DE PLÁNTULAS DE CHILE HABANERO	51
NANOPARTÍCULAS DE SILICIO Y ZINC: EVALUANDO SU FITOTOXICIDAD EN EL CULTIVO DE MAÍZ	55
EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO PRODUCTIVO Y ECONÓMICO DE BECERROS POSDESTETE EN TRES SISTEMAS PASTORILES	60
MARCO MULTICRITERIO PARA LA EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD EN UNA INTENSIVAS DE IGUANA VERDE (<i>Iguana iguana</i>)	64
ESTIMACIÓN DE LA EMISIÓN DE METANO ENTÉRICO EN VACAS LACTANTES BAJO SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL.....	68
FERMENTACIÓN Y DIGESTIBILIDAD RUMINAL <i>IN VITRO</i> DE NIVELES DE INCLUSIÓN DE SARGAZO (<i>sargassum spp.</i>) EN DIETAS A BASE DE <i>Pennisetum purpureum</i>	72
ANÁLISIS SISTÉMICO DE LA PRODUCCIÓN BOVINA: IMPLICACIONES PARA LA SOSTENIBILIDAD AGROAMBIENTAL	76
DIVERSIDAD Y USOS DE ÁRBOLES EN DOS EJIDOS DEL SUR DE VERACRUZ. 80	
TERAPIA NEURAL Y MEDICINA TRADICIONAL MEXICAN EN LA CICATRIZACIÓN.	84

RESISTENCIA ANTIBIÓTICA EN BACTERIAS SIMBIONTES DE NEMATODOS ENTOMOPATÓGENOS AISLADOS DE SUELOS AGRÍCOLAS.	87
EVALUACIÓN DE ANTIBIOGRAMAS DE BACTERIAS <i>PHOTORHABDUS</i> AISLADAS DE SUELOS PECUARIOS DE GUANAJUATO.	96
RABIA BOVINA EN MEZCALAPA: ANÁLISIS REGIONAL DE LA PERCEPCIÓN GANADERA Y LA REALIDAD EPIDEMIOLÓGICA.....	101
CARACTERIZACIÓN DEL PROTEOMA DE PUPAS REALES DE <i>Apis mellifera</i> L.	105
EXTRACTOS VEGETALES DE ROMERO (<i>Rosmarinus officinales</i> L.) SOBRE EL CICLO BIOLÓGICO DE LAS GARRAPATAS (<i>Rhipicephalus microplus</i>) EN BOVINOS	108
CARACTERIZACIÓN DE BACTERIAS SIMBIÓTICAS EN NEMÁTODOS ENTOMOPATÓGENOS AISLADAS DE SUELOS DE GUANAJUATO.....	112
APLICACIÓN FOLIAR DE SELENIO Y SU EFECTO EN PLANTAS DE BRASSICAS	116
EVALUACIÓN DE DOS MÉTODOS DE ATURDIMIENTO EN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE CONEJOS	120
EVALUACIÓN ESPACIAL DE PLAGUICIDAS EN SUELOS AGRÍCOLAS DE LA COMARCA LAGUNERA, MÉXICO	124
PONENCIAS EN CARTELES	129
NANOPARTÍCULAS DE COBRE Y ÁCIDO GIBERÉLICO EN LA DINÁMICA DE CRECIMIENTO Y CONTENIDO DE CLOROFILA EN TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	134
RESPUESTA PRODUCTIVA A LA FRECUENCIA DE ORDEÑO EN CAPRINOS LOCALES EN PASTOREO BAJO COMPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA.....	138
EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE HÍBRIDOS DE MAÍZ EN LA REGIÓN CUITZEO DE MICHOACÁN	143
RENDIMIENTO Y PRECOCIDAD DE HÍBRIDOS DE MAÍZ EN LA REGIÓN LERMA-CHAPALA DE MICHOACÁN	147
FITOTOXICIDAD DE LODOS DE GRANJA PORCICOLA SOBRE LA GERMINACION Y CRECIMIENTO DE RABANO.....	152
TASA DE CRECIMIENTO EN CABRITOS ALIMENTADOS CON LECHE DE CABRAS COMPLEMENTADAS CON ENSILADO DE MEZQUITE.....	156
VAINA DE MEZQUITE MOLIDA COMO SUPLEMENTO ALIMENTICIO DURANTE EL EFECTO MACHO EN CABRAS EN ANESTRO ESTACIONAL	161
AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE HONGOS FITOPATÓGENOS CON RESISTENCIA A FUNGICIDA SISTÉMICO EN CULTIVO <i>IN VITRO</i> DE AGUACATE	168
INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL DEL FORRAJE DE AVENA EN DIFERENTE ESTADO FENOLÓGICO	173
DIGESTIBILIDAD Y PARÁMETROS BROMATOLÓGICOS DE ENSILADOS DE SORGO.....	180

CONTENIDO Y TAMAÑO DE CARIÓPSIDES EN ESPIGUILLAS DE ECOTIPOS DE PASTOS NATIVOS DEL ALTIPLANO TAMAULIPECO.....	186
PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN <i>in vitro</i> DE PASTO MULATO II COSECHADO A DIFERENTE INTERVALO E INTENSIDAD DE CORTE.....	190
RENDIMIENTO DE FORRAJE DE SORGOS EN EL SEGUNDO CORTE EN CONDICIONES CÁLIDO-SUBHÚMEDAS	195
RENDIMIENTO DE FORRAJE Y COMPOSICIÓN MORFOLÓGICA DE HÍBRIDOS DE MAÍZ EN CONDICIONES CÁLIDO-SUBHÚMEDAS.....	200
MAGUEY CON UREA COMO SUPLEMENTO EN CABRAS DOBLE PROPÓSITO EN PASTOREO EN SAN LUIS POTOSÍ	205



PONENCIAS ORALES

REVISIÓN SISTEMÁTICA DE EXTRACTOS Y METABOLITOS SECUNDARIOS DE INTERÉS PARA EL CONTROL DE GARRAPATAS *Rhipicephalus microplus* EN MÉXICO

Julia G. Grajales Ruiz¹, Carlos E. Ibarra Martínez², Gaspar Fernando Peniche Lara³, Karla Rosannet Dzul Rosado³, José del Carmen Rejón Orantes⁴, Gerardo Uriel Bautista Trujillo⁴

¹Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Sustentabilidad, DES Ciencias Agropecuarias, Unidad de Estudios de Posgrad, Boulevard Laguitos No. 424 Col. Los Laguitos Tuxtla Gutiérrez, Chiapas C.P. 29020

²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia C-II, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Carretera Emiliano Zapata Km. 8, Rancho San Francisco, Col. Terán, CP. 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

³Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), Avenida Itzaes No. 498 × 59 y 59A Col. Centro. Mérida, Yucatán, México.

⁴Instituto de Investigación en Plantas Medicinales Chiapanecas, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Carretera Emiliano Zapata Km. 8, Rancho San Francisco, Col. Terán, 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

*Autor de correspondencia: gerardo.trujillo@unach.mx

Resumen

Palabras clave:
Ixodicidas,
Control
alternativo
de
garrapatas,
*Rhipicephalus
microplus*,
metabolitos,
extractos de plantas.

Los ectoparásitos de importancia dentro de la ganadería bovina son las garrapatas (*Rhipicephalus microplus*) por la capacidad que tienen para la transmisión de agentes hemoparasitarios (*A. marginale* y *Babesia* spp.) siendo destacados con una alta mortalidad, situando un riesgo sanitario en los animales y la salud humana, además, provocan daños que generalmente ocasionan pérdidas económicas por el control de la plaga, así como pérdidas en la producción de leche y carne. En la búsqueda de alternativas amigables al ambiente se realizó una revisión sistemática, sobre extractos de plantas e identificación de metabolitos secundarios de las mismas con fines ixodicidas en México, la búsqueda se realizó específicamente sobre garrapatas *Rhipicephalus microplus* usando palabras clave como control alternativo de garrapatas, extractos vegetales, metabolitos secundarios y *Rhipicephalus microplus*.

Abstract

Keywords:
ixodicides,
alternative tick control,
*Rhipicephalus
microplus*,
metabolites,
plant extracts,

The most important ectoparasites in cattle farming are ticks (*Rhipicephalus microplus*) due to their ability to transmit hemoparasitic (*A. marginale* and *Babesia* spp.) agents. These agents are notable because of their high mortality rate, posing a health risk to animals and human health. Also, they cause damages that generally generate economic loss due to the plague control, as well as, milk and meat production losses. In the search for environmentally friendly alternatives, a systematic review was carried out on plant extracts and the identification of their secondary metabolites with ixodicide purposes in Mexico. The search was carried out specifically about ticks *Rhipicephalus microplus* using keywords such as tick alternative control, vegetable extracts, secondary metabolites, and *Rhipicephalus microplus*.

INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina en Chiapas, México, es una actividad económica para muchas familias, el Censo Agropecuario (2022) reportado por el INEGI menciona a 1 614 489 unidades de producción bovina, de las cuales su función zootécnica corresponde a leche, carne, pie de cría, siendo los sistemas doble propósito los de mayor producción en el estado. La ganadería nivel mundial y sobre todo en climas tropicales como el de Chiapas, se ha visto afectada por las infestaciones por parásitos externos como las garrapatas del género *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*, que es una de las más importantes desde la sanidad debido a su capacidad de transmitir *A. marginale*, *Babesia* sp., entre otras, con impacto económico a consecuencia de los gastos por control, así como tratamiento de las infecciones secundarias anudadas a su presencia, y sobre todo disminución en producción. Es necesario buscar estrategias de control de ectoparásitos eficientes y amigables con el ambiente, ya que el uso constante de químicos afecta de manera significativa al suelo y agua, además, se ha generado controversia entre la industria farmacéutica, porque se ha demostrado un fenómeno de adaptación a los ixodicidas químicos en las garrapatas conocido como multirresistencia (Moreno *et al.*, 2024). Por ello, se han investigado alternativas ecológicas para el control de las garrapatas como: el control biológico usando hongos entomopatógenos, el desarrollo de vacunas y el aprovechamiento de los extractos de plantas con potencial ixodicida. En este contexto, se han evaluado más de 60 especies de plantas pertenecientes a 26 familias contra *R. microplus* (Banumathi *et al.*, 2017). Grajales Ruiz *et al.*, 2020 demostraron actividad ixodicida de extractos metanólicos de diferentes órganos de *Acacia farnesiana* y *Acacia cornigera* (*Fabaceae*) sobre la mortalidad de larvas de *Rhipicephalus microplus* en un 80%. Sin embargo, son necesarios más estudios para optimizar el proceso, que conlleva en el descubriendo nuevas plantas y metabolitos secundarios con la capacidad para reducir las poblaciones de garrapatas, que puedan ser incluidas como alternativas en el manejo dentro de los hatos ganaderos y amigables al ambiente.

Por este motivo el objetivo de esta revisión fue documentar investigaciones sobre plantas y metabolitos secundarios con la capacidad de suprimir las poblaciones de garrapatas en México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Criterios de elección

Los criterios de elegibilidad se tuvieron en cuenta artículos publicados sobre pruebas in vitro e in situ de extractos de plantas sobre la garrapata *R. microplus*, que evaluaran la actividad acaricida y que tuvieran en cuenta índices como % de mortalidad superiores al 80%. No se estableció límite de idioma del artículo, pero se excluyeron los artículos que no se relacionaban con los objetivos del presente estudio y los de otros países como Colombia, Brasil, Ecuador, Venezuela y Guatemala. Los resultados de búsqueda se evaluaron de forma independiente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó durante la búsqueda de información que los estados de Yucatán, Veracruz, Quintana Roo y Campeche tienen mayor número de investigaciones relacionadas con las garrapatas *R. microplus*, por su importancia en la ganadería y las consecuencias que estas

traen consigo. En el cuadro 1, se observan en esos estudios se reportaron extractos a base de etanol entre el 70 y 90 % usando plantas de *Leucaena* spp., *P. erosus* (L.), y *P. piscipula*, con una mortalidad de larvas de 91.7%, 86% y 79.12%, respectivamente. Usando metanol al 80% en semilla de *L. chinensis* se reportó una mortalidad de 99.73% con pruebas en larvas de 14-20 días.

Para los estados de Zacatecas y Nuevo León las investigaciones son más escasas de acuerdo con las palabras clave que se ocuparon para esta recopilación de la base de datos; sin embargo, se reportó que los aceites esenciales de canela (*C. ceylanicum*) tienen efecto ixodocida con una mortalidad del 100% en garrapatas en la fase larvaria y adulta. Los protocolos usando la tintura a base de alcohol de neem (*A. indica*), demostraron una efectividad del 98.89% y 94% con una concentración de 60 y 50%, respectivamente (De León González, *et al.* 2022).

Tabla 1. Relación de plantas, tipo de extracto, técnica utilizada para la evaluación y porcentaje de mortalidad reportado.

Estado	Nombre común	NC	Extracto	CL (%)	Técnica	MO (%)	Referencia
Zacatecas	Canela	<i>Cinnamomum ceylanicum</i>	Aceite esencial	6%	LIT, AIT	100.00 %	(Miranda Reyes et al 2023)
Campeche	Palo de agua, Jabil	<i>Piscidia piscipula</i>	Etanol	100 mg/m L-1	AIT	79.12%	(Sierra Vásquez, et al, 2022)
Quintana Roo	Guash, guaje	<i>Leucaena cunningham</i>	Etanol	50%	LIT, AIT	91.7% y 82%	(González-López et al, 2019)
Yucatán	Jícama	<i>Pachyrhizus erosus</i> (L.)	Etanol	10%	LIT	86%	(Gío-Trujillo, et al. 2022)
Morelos	Neem	<i>Azadirachta indica</i>	Tintura de alcohol	60% y 50%	<i>In situ</i>	98.89% y 94%	(De León González, et al. 2022)
Nuevo León	Lichi	<i>Litchi chinensis</i>	Metanol	150 mg/mL	LPT	99.44%	(Ramos, et al 2024)
Veracruz						99.73%	
Chiapas	Cornezuelo	<i>Acacia cornígera</i>	Metanol	2.12 ppm	LPT	97.10%	(Grajales Ruiz, et.al, 2020)

NC; Nombre científico, CL; Concentración letal, MO; Mortalidad, AIT; Prueba de inmersión de teoginas, LPT; Prueba de paquete larval, LIT; Prueba de inmersión larvaria, PRL; Prueba de repelencia de larvas. *In situ**; Identificación del estudio.

CONCLUSIÓN

De acuerdo con las investigaciones revisadas, se puede comprender que los materiales vegetales en México tienen efecto sobre las garrapatas, por lo que son una opción en un sistema de control integral para las garrapatas; con la finalidad de disminuir la exposición de los animales y personas a los hemoparásitos que transmiten enfermedades. Diversas especies vegetales usadas para el control de garrapatas en ganado es una alternativa amigable con el ambiente prometedora y sostenible a los métodos químicos convencionales. Sin embargo, para que su uso sea efectivo y seguro, se sugiere llevar a cabo investigaciones más profundas sobre las dosis adecuadas, posibles efectos secundarios y su eficacia en diferentes condiciones climáticas y de manejo ganadero, así mismo, se debe considerar la combinación de estas prácticas vegetales con otras estrategias de control integrado para optimizar los resultados.

CONFLICTO DE INTERESES:

Los autores declaran que el estudio no tuvo conflictos de intereses comerciales o financieras.

REFERENCIAS

- Banumathi B., Vaseeharan B., Rajasekar P., Prabhu N.M., Ramasamy P., Murugan K., Canale A. & Benelli G. 2017. Exploitation of chemical, herbal and nano formulated acaricides to control cattle ticks. *Veterinary Parasitology*. 244: 102-110.
- De León González Luis Lauro, Mellado Bosque, Miguel, Reynaga Valdés, Juan Ricardo, Pérez Romero, Luis y Ávila Torres, Erika. (2022) Evaluación de concentraciones de extracto de *Azadirachta indica* como garrapaticida orgánico. IN XI CONGRESO INTERNACIONAL DE MANEJO DE PASTIZALES (P. 1).
- Gío-Trujillo, J. A., Cámara-Romero, J. L., & Sandoval-Gío, J. J. (2022). ACTIVIDAD IXODICIDA DEL EXTRACTO DE SEMILLAS DE *Pachyrhizus erosus* SOBRE *Rhipicephalus microplus* Y *Amblyomma mixtum*. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 9, 59-70.
- González-López, Guadalupe, Ojeda-Chi, Melina Maribel, Casanova-Lugo, Fernando, Oros-Ortega, Iván, Hernández-Chávez, Luis Ignacio, Piñero-Vázquez, Ángel Trinidad, & Rodríguez-Vivas, Roger Iván. (2019). Actividad acaricida de extractos etanólicos de tres genotipos de *Leucaena spp.* sobre *Rhipicephalus microplus* en condiciones in vitro. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 10(3), 692-704. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i3.4822>
- Grajales-Ruiz, J. G., Carlos Enrique Ibarra-Martínez, Benigno Ruiz Sesma, Gerardo Uriel Bautista-Trijillo, María Angela Oliva-Llaven, Paula Mendoza, Nazar, Carlos Tejeda-Cruz, Herbey Ruiz-Sesma José Carlos Ibarra-Puon Ana Lilia Ruiz-Jiménez, Marcela Gamboa-Ángulo, Federico Gutiérrez-Miceli, Esaú Ruiz Sánchez, (2020) Actividad ixodicida de extractos metanólicos de *Acacia farnesiana* y *Acacia cornigera* (Fabaceae) contra larvas de *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae). *Mexican Journal of Biotechnology* 5(4):49-63 ISSN:2448-659. <https://doi.org/10.29267/mxjb.2020.5.4.49>
- INEGI, (2022) Censo agropecuario, resultados estado de Chiapas. Consultado el 15 de enero del 2025. Disponible en: [Censo Agropecuario 2022. Resultados definitivos. Chiapas](#)
- Miranda Reyes, Perla Iris, Martínez Ibañez, Francisco, Lagunes-Quintanilla, Rodolfo Esteban, & Barrera Molina, América Ivette. (2023). Efecto ixodicida de los extractos vegetales de *Cinnamomum zeylanicum* y *Tagetes erecta* sobre garrapatas *Rhipicephalus microplus*. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 14(4), 905-914. Epub 17 de noviembre de 2023. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v14i4.6394>

- Moreno-Linares, S. A., García-Ponceb, R, Hernández- Escareñoa, J. J., Rodríguez-Ramírez H. G. Villarreal-Villarreal, J. (2024) Resistencia a la ivermectina en *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) en el noreste de México y factores de riesgo asociados.
- Ramos, A. R. M., Contreras, L. D. M., RoldanPadron, O., Sánchez, I. G., & Tipacamú, G. A. (2024). Evaluación del efecto acaricida de *Plectranthus* sp mediante la prueba in vitro de paquete larval (LPT) para el control de *Rhipicephalus microplus*. *Perspectivas de la Ciencia y la Tecnología*, 257-271.
- Sierra Vásquez, Á. C., & Piñeiro Vásquez, Á. T. (2022). EXTRACTOS ETANÓLICOS PARA EL CONTROL DE *Rhipicephalus microplus* EN BOVINOS CRIOLLOS DE NUNKINÍ. [CoAIT de REPOSITORIO - LEYSVER DE LA ROSA CANCINO.pdf](#)

DIAGNÓSTICO MOLECULAR DE *Anaplasma* sp., EN BOVINOS DEL TRÓPICO; PARADIGMA Y PERSPECTIVAS

Francisco Javier Gutiérrez-Tondopó.^{1*}, Gaspar Fernando Peniche-Lara², Mario Hidalgo-Ruiz³, José del Carmen Rejón-Orantes⁴, Leopoldo Medina-Sanson⁴, Gerardo Uriel Bautista-Trujillo⁴.

¹Maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria Tropical, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Boulevard Laguitos No. 424 Col. Los Laguitos, 29020. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

²Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), Avenida Itzaes No. 498 × 59 y 59A Col. Centro. Mérida, Yucatán, México.

³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia C-II, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Carretera Emiliano Zapata Km. 8, Rancho San Francisco, Col. Terán, CP. 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

⁴Instituto de Investigación en Plantas Medicinales Chiapanecas, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Carretera Emiliano Zapata Km. 8, Rancho San Francisco, Col. Terán, 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

*Autor de correspondencia: francisco.gutierrez31@unach.mx

Resumen

Anaplasma marginale es transmitida por garrapatas ixódidas, siendo *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, el vector de más importancia en las regiones tropicales y subtropicales del mundo, *A. marginale* parasita los eritrocitos maduros del ganado bovino y provoca una enfermedad conocida como Anaplasmosis. Sin embargo, existe poca información para la comprensión del diagnóstico molecular de *Anaplasma* sp. Por lo que el objetivo de este trabajo de revisión fue actualizar los paradigmas y perspectivas sobre la prevalencia de *Anaplasma* sp., en bovinos y mascotas de trópico húmedo, a través del uso de técnicas moleculares. Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos documentales electrónicas PubMed y ScienceDirect, a través del buscador Google Scholar. Los datos se presentaron de forma cualitativa, narrativa y descriptiva. El uso de las técnicas moleculares como diagnóstico, representa ventajas para evitar falsos negativos de *Anaplasma* sp., en los bovinos, en ese sentido, es necesario considerar otros animales que podrían ser portadores potenciales del patógeno.

Palabras clave:
Anaplasmosis en animales en México, Diagnóstico molecular de *Anaplasma* sp., en bovinos, Prevalencia de Anaplasmosis en el trópico húmedo, PCR.

THE MOLECULAR DIAGNOSIS OF *Anaplasma* sp., IN TROPICAL CATTLE; PARADIGM AND PERSPECTIVES

Abstract

Anaplasma marginale is transmitted by ixoid ticks, with *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* being the most important vector in tropical and subtropical regions of the world, *A. marginale* parasitizes mature red blood cells of cattle and causes a disease known as Anaplasmosis. However, there is little information for understanding the molecular diagnosis of *Anaplasma* sp. Therefore, the objective of this review work was to update the paradigms and perspectives on the prevalence of *Anaplasma* sp., in cattle and pets of humid tropics, through the use of molecular techniques. A bibliographic search was carried out in

Keywords:
Anaplasmosis in animals in Mexico, Molecular diagnosis of *Anaplasma* sp., in cattle, Prevalence of Anaplasmosis in the humid tropics, PCR.

the electronic documentary databases PubMed and ScienceDirect, through the Google Scholar search engine. The data were presented in a qualitative, narrative and descriptive way. The use of molecular techniques as a diagnosis represents advantages to avoid false negatives of *Anaplasma sp.*, in cattle, in this sense, it is necessary to consider other animals that could be potential carriers of the pathogen.

INTRODUCCIÓN

Anaplasma marginal (*A. marginale*) es una bacteria que parasita los eritrocitos maduros del ganado bovino y provoca una enfermedad conocida como anaplasmosis, con la consecuente anemia hemolítica, pérdida de peso, abortos, y en algunos casos la muerte en animales mayores de tres años (González *et al.*, 2014). De acuerdo con Brayton (2012) menciona que *A. marginale* es transmitida por garrapatas ixódidas, siendo *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, el vector de más importancia en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Con lo mencionado el genoma de la cepa *A. marginale* St. Maries fue secuenciado en 2005. Contiene 1 197 687 pb, con un porcentaje de GC del 49%. En el análisis genómico, se encontró que la superficie está recubierta principalmente de proteínas que pertenecen a dos familias de proteína de membrana externa. En estas familias se incluyen proteínas de superficie de los cuerpos iniciales que son codificadas por seis genes. Estas proteínas constituyen blancos de la respuesta inmune del hospedero contra el patógeno, y los genes que las codifican son: de acuerdo con Jiménez (2008) las características de cada proteína son las siguientes, msp1: (msp1 α ; tiene propiedades de ligando o adhesina hacia un receptor en los eritrocitos de los bovinos y células ciertas garrapatas, juega un papel importante en la inmunidad del bovino y en la invasión y transmisibilidad por garrapatas), msp1 β (adhesión), msp2 (protección y variación antigénica), msp3 (variación antigénica), msp4 (Conservada), msp5 (Inmunodominancia, importancia en el diagnóstico). En otros análisis se han identificado proteína desacetilasa de quitina en el piroplasma (procesos biológicos de defensa y los sistemas de ataque (Kocan *et al.*, 2010). Proteína de tipo hemolisina (causa lisis en los eritrocitos, leucocitos y plaquetas mediante la producción de poros (Del Valle, 2011). Proteínas de Opacidad OPA, que intervienen en la unión de las células epiteliales y las células fagocíticas y cumplen función de señalización intracelular (Murray *et al.*, 2017). Proteína de división celular FtsW es esencial para reunir otras proteínas que producen una nueva pared celular entre las células que se dividen (Schaffner, 2010). La metaloproteasa de zinc asociada a la membrana plasmática relacionada con la proliferación y diferenciación celular, la migración celular y la evasión de la respuesta inmune (González *et al.*, 2009). En el curso de la enfermedad los animales se convierten en portadores, por lo que es necesario contar con técnicas de diagnóstico más sensibles y específicas que permita la detección de animales positivos, para ser utilizadas en el movimiento de ganado hacia zonas libres, así como conocer la prevalencia de la enfermedad en las regiones tropicales y subtropicales (Dueñez *et al.*, 2018). Sin embargo, existe poca información para la comprensión del diagnóstico molecular de *Anaplasma sp.* Por lo que el objetivo de este trabajo de revisión fue actualizar los paradigmas y perspectivas sobre la prevalencia de *Anaplasma sp.*, en bovinos y mascotas de trópico húmedo, a través del uso de técnicas moléculas.

MATERIAL Y MÉTODO

Estrategia de la búsqueda bibliográfica

Este estudio corresponde a una revisión bibliográfica de la literatura, teórica y narrativa. Se realizó una revisión bibliográfica, con descripciones generales sobre el diagnóstico molecular de *Anaplasma* sp., en bovinos y mascotas para contribuir al control de la enfermedad. Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos documentales electrónicas PubMed y ScienceDirect, a través del buscador Google Scholar. No se tuvo en cuenta el año de publicación de la información. Se recogieron datos sobre la epidemiología de la enfermedad en el sureste de México y Centroamérica, específicamente prevalencias obtenidas con pruebas diagnósticas moleculares (Reacción de la cadena polimerasa o PCR). Las palabras clave utilizadas fueron: Anaplasmosis en animales en México, Diagnóstico molecular de *Anaplasma* sp., en bovinos, Prevalencia de Anaplasmosis en el trópico húmedo.

Análisis de los datos

En todos los estudios revisados se registró la especie animal y el tipo de diagnóstico empleado, el área geográfica (país, ciudad y ubicación geográfica), la tasa de prevalencia y/o incidencia reportada y las especies detectadas con frecuencia. En los artículos que utilizaron PCR como prueba diagnóstica. Los datos se presentaron de forma cualitativa, narrativa y descriptiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la revisión bibliográfica se logró comparar los siguientes resultados y se muestran en el cuadro 1. Ortiz en el 2024, reportaron un 64.26% de prevalencia de *A. marginale* en los bovinos muestreados en las distintas localidades de Nuevo León en muestras de sangre de bovinos con técnica de PCR punto final, además, usando las mismas pruebas demostraron una frecuencia de 10.18% de garrapatas positivas.

En la región fronteriza del noreste de México Tamaulipas, Arriaga *et al.*, (2024), muestrearon a 50 bovinos listos para la exportación, a través de PCR obtuvieron un 38% de animales positivos a esta enfermedad. Eleizalde en el 2014, evaluaron la población bovina mediante dos cebadores msp2A/B (13.63% positivo) y 19A/19B (68.18% positivo) con *A. marginale*, lo que sugiere un diseño preciso del primer para evitar falsos negativos. Los resultados de Maldonado (2012) con crías de vacas recién paridas se identificó que el 20.69% ya estaban infectadas por la bacteria, evidenciando el contagio congénito, se sugieren más estudios al respecto.

Se realizó la amplificación por PCR Multiplex para la detección de *Anaplasma* sp., en la Habana Cuba, obteniendo un 84.94% positivo de 113 animales evaluados (Corona, 2011). Otros estudios relacionaron *Anaplasma* sp., en otras especies a través de técnicas de PCR, González (2023) en el Estado de Chiapas, México reportó un 26.6 % de perros positivos a la presencia de amplicones de *A. platys*. En Veracruz, México, Jerez (2023) usando PCR anidada demostró un 67.50 % de perros positivos con *A. platys*.

Para determinar la presencia de *A. marginale* puede emplearse la técnica de PCR debido a su alta sensibilidad, lo que ayuda a detectar al agente etiológico cuando la infección es inferior a lo detectable en otras técnicas diagnóstica (OIE, 2008). Además, que se plantea que puede aportar a los estudios epidemiológicos en las poblaciones ganaderas donde se desconoce las prevalencias de la enfermedad. Cabe destacar que también son interesantes los estudios que

relacionan a la fauna silvestre y otros animales de compañía con los que conviven el ganado en las fincas, para elucidar acerca del mantenimiento y el ciclo de vida del patógeno, como otros posibles portadores de la enfermedad.

Cuadro 1. Prevalencia de Anaplasmosis bovina en México y Centroamérica mediante diagnóstico molecular por PCR.

Región	Prevalencia	Agente etiológico	Hospedador	Técnica Molecular	Referencia Bibliográfica
Nuevo León	64.24%	<i>A. marginale</i>	Bovinos	PCR	Ortiz, 2024
Chiapas	26.60%	<i>A. platys</i>	Perros	PCR	González, 2023
Veracruz	67.50%	<i>A. platys</i>	Perros	PCR anidada	Jerez, 2023
Tamaulipas	38%	<i>A. marginale</i>	Bovinos	PCR	Pérez, 2022
Venezuela	68%	<i>A. marginale</i>	Bovinos	PCR	Eleizalde, 2014
Venezuela	20.69%	<i>A. marginale</i>	Bovinos	PCR anidada	Maldonado, 2012
La Habana Cuba	84.98%	<i>A. marginale</i>	Bovinos	PCR multiplex	Corona, 2011

CONCLUSIONES

En la región del sureste mexicano se ha reportado *Anaplasma* sp., en bovinos con una frecuencia entre el 26.6 y 67.5%, a nivel internacional se ha reportado una frecuencia entre el 20.6 y 84.9% de *Anaplasma* sp. El uso de las técnicas moleculares como diagnóstico, representa ventajas para evitar falsos negativos de *Anaplasma* sp., en los bovinos, en ese mismo sentido, es necesario considerar otros animales que podrían ser portadores potenciales del patógeno.

FINANCIAMIENTO (SI LO HUBIESE): Sin financiamiento.

CONFLICTO DE INTERESES (SI LO HUBIESE): Los autores declaran que el estudio no tuvo conflictos de intereses comerciales o financieras.

REFERENCIAS

- Brayton K.A., (2012) Transmisión de *Anaplasma marginale* por garrapatas. Revista Mexicana Ciencias Pecuaria, 3 (Supl 1); 41-50.
- Corona. B., Martínez S. (2011). Detección de *Anaplasma marginale* en bovinos, mediante la amplificación por PCR del gen *msp5*. Rev. Salud Anim No. 1:24.31
- Del valle Leandro, J. (2011). Producción de hemolisinas y concentración de antisueros específicos por congelación y descongelación sucesivas. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, 152 (3-4), 672-691.
- Dueñez, J., Triana-Chávez, O., & Mejía-Jaramillo, A.M. (2018). Genetic, host and environmental factors associated with a high prevalence of *Anaplasma marginale*. ticks and Tick-Borne Diseases. 9(5), 1286-1295.
- Eleizalde. M., Gómez. P.E., Mendoza. M., Reyna. B.A., (2014). Evaluación y comparación de la sensibilidad de los cebadores que amplifican los genes *msp2* y *msp5* de *Anaplasma marginale* para el diagnóstico de la Anaplasmosis Bovina. O.C. Vol. 2. No 6.

- González, G. C. (2023). Diagnóstico de *Ehrlichia canis*, *Ehrlichia ewingii* y *Anaplasma platys*, mediante PCR en perros de Tuxtla Gutiérrez. *Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas*, 1-89.
- González, B.C., Obregón, D., Alemán, Y., Alfonso, P., Vega, E., Díaz, A., & Martínez, S. (2014). Tendencias en el diagnóstico de la Anaplasmosis bovina. *Revista de Salud Animal*, 36(2), 73-79.
- González, A.G., González, A.D., Gutiérrez, G.L.H., (2009). Participación de las metaproteasas de matriz en la progresión del cáncer. *Rev Inst Nal Enf Resp Mex*, 22 (4) 328-336. <https://www.medigraphic.com/pdfs/iner/in-2009/ino94i.pdf>
- Kocan, K., De la Fuente, J., Blouin, E., Coetzee, J. Y Ewing, S. (2010) The natural history of *Anaplasma marginale*. *Veterinary Parasitology*, 167 (2-4) 95-107. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.09.012>
- Jerez-Sulvaran, I. A. (2023). Frecuencia de *Anaplasma platys* en perros del municipio de Veracruz. *Memorias del 2 congreso Iberoamericano en ciencias veterinarias y bienestar animal*, 57-62.
- Jiménez O.R., Rodríguez C.S.D., Rosario C.R., Orozco V.L., De la Fuente J., (2008) *Anaplasma marginal*: análisis de las secuencias del fragmento variable del gen msp1 y el gen msp4 de cuatro cepas mexicanas. *Técnica Pecuaria en México*. Vol. 46, num.1, pp. 69-78.
- Maldonado, J., Coronado, A., Kowalski, A., Medina, J., (2012). Evidencia molecular de transmisión transplacentaria de *Anaplasma marginale* en becerros neonatos cebú de Venezuela. *Zootecnia Trop.*, 30(1): 109-114.
- Murray, P.R., Rosenthal, K.S. y Pfaller, M.M.S. (2017). *Microbiología médica*. Elsevier. <https://www.elsevier.com/books/microbiología-medica/Murray/978-84-9113-808-2>
- Pérez-Arriaga, E. (2022). Caracterización molecular y serológica de *Anaplasma marginale* en la región transfronteriza noreste de México. *Abanico Veterinario*, 1-12.
- OIE. Organización Internacional de Epizootias. (2008). Capítulo 2.4.1 Anaplasmosis Bovina. En: *Manual de las pruebas de Diagnóstico y de las Vacunas para los Animales Terrestres*. Sexta Edición, Paris, pp. 599-610.
- Ortiz Ramírez, J. A. (2024). PREVALENCIA DE *Anaplasma marginale* y *Borrelia burgdorferi* en garrapatas y en sus hospederos bovinos en el estado de nuevo león. *Universidad Autónoma de Nuevo León*, 1-51.
- Schaffner Barbero, C. (2010). *Interacción de la proteína de división celular FTsZ con nucleótidos e inhibidores*. En *busca de nuevos antibióticos* (tesis de Doctorado). Universidad Complutense de Madrid, Madrid.

PRUEBA DE LA EFICACIA DE CUATRO IXODICIDAS QUÍMICOS EN LOS MUNICIPIOS DE JIQUIPILAS Y BERRIOZÁBAL, CHIAPAS.

Guillermo de Jesús Salinas Castañón*¹, Hernán Mandujano Camacho¹, Ali Abdelmoteleb Abdelaziem Abdallah Gera², Daniel González-Mendoza³, Gerardo Uriel Bautista Trujillo⁴.

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia C-II, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Carretera Emiliano Zapata Km. 8, Rancho San Francisco, Col. Terán, CP. 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

²Facultad de Agricultura, Universidad de Menoufia University, Gamal Abd El-Nasir, Qism Shebeen El-Kom, Shibin el Kom, Menofia Governorate, 6131567. Egypt.

³Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera a Delta S/N C.P. 21705 Ejido Nuevo León, Baja California, México.

⁴Facultad de Ciencias Agronómicas, C-V, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Carretera Ocozocoautla-Villaflores Km. 84.5, Apartado postal # 78, C.P. 30470, Villaflores, Chiapas; México.

⁵Instituto de Investigación en Plantas Medicinales Chiapanecas, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Carretera Emiliano Zapata Km. 8, Rancho San Francisco, Col. Terán, 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

*Autor de correspondencia: guillermo.salinas@unach.mx

Resumen

Palabras clave:
Ixodícidas,
Oviposición,
Rhipicephalus microplus, Teologinas

Se evaluó *in vitro* la actividad ixodícida de cuatro productos químicos de uso frecuente para control de la garrapata *Rhipicephalus microplus* en bovinos de la región Valle Zoque de los municipios de Jiquipilas y Berriozábal, Chiapas. El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar con 10 repeticiones, cada repetición consistió de un grupo de 5 hembras ingurgitadas.

Se consideraron altamente efectivos los ixodícidas químicos que produjeron reducción de oviposición > 90 %.

Palabras claves: ixodícida químico, *Rhipicephalus microplus*, resistencia.

TITLE OF WORK IN ENGLISH

Abstract

Keywords: Ixodícidas,
Oviposition,
Rhipicephalus microplus, tick
theologies

The *in vitro* ixodícidal activity of four chemical products frequently used to control the *Rhipicephalus microplus* tick in cattle in the Valle Zoque region of the municipalities of Jiquipilas and Berriozábal, Chiapas, was evaluated. The experiment was established under a completely randomized design with 10 replications, each replication consisted of a group of 5 engorged females.

Chemical ixodícidés that produced oviposition reduction >90% were considered highly effective.

Keywords: chemical ixodícidé, *Rhipicephalus microplus*, resistance.

INTRODUCCIÓN

La infestación por garrapatas es una de las principales causas de las pérdidas económicas de la ganadería mundial. En México se han registrado 82 especies de garrapatas tanto en animales silvestres como domésticos siendo *Rhipicephalus microplus* la que mayor impacto tiene en la ganadería ya que produce pérdidas relacionadas con mortalidad de los animales, reducción en los niveles de producción, alteraciones reproductivas, altos costos de control, transmisión de diversos agentes patógenos como virus, bacterias, rickettsias y protozoos. Esto puede conducir a enfermedades agudas, crónicas o incluso, a la muerte de los animales debido a su amplia distribución en regiones tropicales y subtropicales, a los problemas de resistencia a ixodicidas, y a las enfermedades que trasmite causadas por *Babesia bovis*, *B. bigemina* y *Anaplasma marginale* (Rodríguez-Vivas *et al.* 2006).

Respecto a la resistencia, existen factores intrínsecos y operativos que favorecen su desarrollo; los primeros son aquellos relacionados directamente con el parásito, y corresponden a aspectos genéticos, ecológicos y fisiológicos del mismo; estos factores están fuera del control directo del hombre. Los factores operativos son aquellos que están bajo el control del hombre; éstos refieren a la elección del o los insecticidas a utilizar, el área de cobertura, el tiempo y frecuencia de aplicación, la concentración y el método de aplicación. Conocidos los factores intrínsecos de cada plaga, se pueden sugerir, desde el punto de vista teórico, estrategias óptimas de control que retarden el desarrollo de la resistencia. Por lo tanto, se deben evitar prácticas de manejo que conduzcan a este fenómeno. Entre los principales factores que podrían favorecer el desarrollo de la resistencia, se deben considerar aquellos relacionados con la dosis utilizada y aquellos que conducen a una alta presión de selección. El uso inadecuado de los productos y las prácticas deficientes de manejo de los baños, pueden favorecer la difusión de esta característica. Las principales deficiencias se observan en los métodos de aplicación de los productos (mala sujeción de animales, boquillas de aspersión inadecuadas, volúmenes insuficientes); por lo que es necesario probar constantemente la vigencia de los productos de control de garrapatas en la región, con la finalidad de proponer criterios para realizar la rotación o alternación de productos ixodicidas (Wood, 1981). Por lo anterior, el objetivo fue evaluar el efecto *in vitro* de ixodicidas químicos utilizados en la región Valle Zoque del municipio de Ocozocoautla, Chiapas; para control de la garrapata *Rhipicephalus microplus*, midiendo el porcentaje de mortalidad; así mismo el porcentaje y peso de oviposición.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Los estudios *in vitro* se realizarán en el Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y en el Instituto de Investigación en Plantas Medicinales Chiapanecas, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) ubicada en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Las unidades de producción pecuarias consideradas en el proyecto se localizan en la región Valle Zoque de los municipios de Jiquipilas y Berriozábal, Chiapas, México. Para la obtención de teologinas adultas necesarias para realizar las pruebas *in vitro* se contaron con 10 ejemplares bovinos de diferentes localidades de los municipios mencionados los cuales fueron proporcionados por productores participantes.

Metodología

Se recolectaron 250 garrapatas hembras ingurgitadas de especie *Rhipicephalus microplus* de 10 bovinos infestados. Los animales no recibieron tratamiento con ixodicidas químicos durante 45 días antes de la recolección de. Se realizaron diferentes tratamientos utilizando 50 hembras ingurgitadas en la prueba testigo a base de agua; así mismo, se realizaron pruebas con ixodicidas químicos utilizando la misma proporción de garrapatas, 50 por cada tratamiento; los ixodicidas químicos utilizados fueron: amitraz a 12.5%, Clorpirifos a 24% con Permetrina a 5%, Diclorvos a 30% con Cipermetrina a 15% y clorpirifos a 35% con permetrina a 5%; las garrapatas (hembras ingurgitadas) utilizadas fueron seleccionadas con tamaño y peso homogéneo (entre 8 y 10 mm de diámetro y aproximadamente 200 ± 20 mg cada una) se sumergieron durante 10 min en 5 ml de volumen final de cada solución a ensayar y luego se secaron en papel filtro, acorde a la prueba de Drummond y Whetstone modificada (1973). posteriormente las garrapatas se colocaron en cajas Petri y se mantuvieron a 28 °C y 80 % de humedad relativa durante 24 h. Después de una semana, se registró el número de hembras ingurgitadas vivas o muertas y se calcularon el porcentaje de mortalidad, porcentaje de oviposición y peso de oviposición. Se utilizó un experimento con diez repeticiones para cada prueba, así como para el tratamiento testigo negativo a base de agua.

Análisis de los datos

Para el análisis de los datos se utilizó estadística descriptiva. Los análisis se llevarán a cabo usando el paquete estadístico IBM SPSS (Chicago SPSS Inc).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Medición de variables

Las variables de respuesta a medir son las siguientes: porcentaje de la oviposición, % en reducción de oviposición; peso de oviposición, % en reducción del peso de oviposición.

Jiquipilas: Con respecto al ensayo con ixodicidas químicos sobre garrapatas hembras ingurgitadas, los resultados indicaron que el compuesto de Diclorvos a 30% con Cipermetrina a 15% tiene eficacia alta obteniendo una reducción de oviposición de 91% y una reducción en el peso de oviposición de 36.2%. El compuesto químico de Clorpirifos a 35% con Permetrina a 5% tiene una eficacia alta, similar al anterior obteniendo una reducción de oviposición de 92% y una reducción en el peso de oviposición de 37.1%; respecto al compuesto químico de Clorpirifos a 24% con Permetrina a 5% se observa una eficacia con una reducción de oviposición de 81% y una reducción en el peso de oviposición de 36.6%; el Amitraz a 12.5% es el tratamiento de menor eficacia, se observa una reducción en el porcentaje de oviposición de 19% y una reducción del peso de oviposición de 0.2%.

Berriozábal: Respecto al ensayo con ixodicidas químicos sobre hembras ingurgitadas, los resultados indicaron que el compuesto de Diclorvos a 30% con Cipermetrina a 15% tiene eficacia alta obteniendo una reducción de oviposición de 82% y una reducción en el peso de oviposición de 36.9%. El compuesto químico de Clorpirifos a 35% con Permetrina a 5% tiene una eficacia alta, similar al anterior obteniendo una reducción de oviposición de 83% y una reducción en el peso de oviposición de 38.3%; respecto al compuesto químico de Clorpirifos a 24% con Permetrina a 5% se observa una eficacia con una reducción de oviposición de 85% y una reducción en el peso de oviposición de 35.6% amitraz a 12.5% es el tratamiento de menor eficacia, se observa una reducción en el porcentaje de oviposición

de 11% y una reducción del peso de oviposición de 0.2%. La eficacia de los productos químicos utilizados en garrapatas originarias del municipio de Berriozábal presenta diferencia respecto a la eficacia de los mismos obtenidas en garrapatas originarias del municipio de Jiquipilas.

CONCLUSIONES

Los compuestos que contienen organofosforados y piretroides utilizados en este estudio ofrecen mayor eficacia en el control de *Rhipicephalus microplus*; sin embargo, establecer el control de estos ectoparásitos basándose únicamente en ixodicidas químicos sin considerar otras prácticas de control; aunado al mal manejo y uso excesivo de éstos ocasionan deficiencias como sucede con la eficacia del amitraz al 12.5% observada en ambos municipios lo cual sugiere que este producto químico ha sido utilizado de manera excesiva y descontrolada, generando resistencia en garrapatas *Rhipicephalus microplus* en esta región. Los resultados de este estudio refieren a ixodicidas químicos con un manejo específico de la región, se sugiere realizar estas prácticas de manera rutinaria según las condiciones de cada zona de interés.

FINANCIAMIENTO: Sin financiamiento

AGRADECIMIENTOS: Agradezco al grupo de productores “Unión 19” del ejido Andrés Quintana Roo, municipio de Jiquipilas, al H. Ayuntamiento de Jiquipilas, Chiapas, a la Asociación Ganadera de Berriozábal, Chiapas, y al comité de Fomento y Protección Pecuaria del Estado de Chiapas por las facilidades prestadas para elaboración del siguiente proyecto de investigación.

CONFLICTO DE INTERESES: Los autores declaran que el estudio no tuvo conflictos de intereses comerciales o financieras y todas las personas dieron su consentimiento informado antes de participar.

REFERENCIAS

- Drummond, R.O., Whetstone, T.M. (1973). Oviposition of the gulf coast tick. J. Econ. Entomol. 63: 1547-1551
- Rodríguez-Vivas RI, Alonso-Díaz MA, Rodríguez-Arévalo F, Fragoso-Sánchez H, Santamaria VM, RosarioCruz R (2006) Prevalence and potential risk factors for organophosphate and pyrethroid resistance in *Boophilus microplus* ticks on cattle ranches from the State of Yucatan, Mexico. Veterinary Parasitology 336: 335-342.
- Wood, R.J. (1981). Strategies for conserving susceptibility to insecticides. Parasitology 82, 69-80.

ANÁLISIS MULTIVARIADO EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE CORDEROS EN FUNCIÓN DE SU GRUPO GENÉTICO

Rodrigo Portillo-Salgado¹, Juan A. Escobedo-Canul², Víctor M. Moo-Huchin³, Jorge C. Canto-Pinto¹, Yasser A. Chim-Chi¹, Dany A. Dzib-Cauich¹, Alfonso J. Chay-Canul⁴, Raciél J. Estrada-León^{1*}

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, C.A. Bioprocesos, 24206 Calkiní, Campeche, México.

²Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carretera Mérida-Xmatkuil Km. 15.5. CP. 97100. Mérida, Yucatán, México.

³Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Mérida, Mérida, Yucatán, México.

⁴División Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera Villahermosa-Teapa, km 25, R/A. La Huasteca 2a Sección, Villahermosa, Tabasco, México.

*Autor de correspondencia: rjestrada@itescam.edu.mx

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar características de rendimiento y de la canal de corderos de pelo ($n= 30$) de tres grupos genéticos (10 Pelibuey, 10 Pelibuey×Dorper y 10 Pelibuey×Katahdin) usando técnicas de análisis multivariadas. Los datos se analizaron mediante análisis factorial (AF) y análisis discriminante canónico (ADC). Con el AF se seleccionaron siete componentes principales (CP) que explicaron el 72.50% de la variación total. El CP1 aportó el mayor porcentaje de la varianza acumulada (17.38%), se caracterizó por el peso de lomo alto, peso de cuello, rendimiento de lomo alto y peso de hombro. El ADC generó dos funciones canónicas (CAN) que explicaron el 100% de la variación total. La CAN1 estuvo altamente asociada con el rendimiento verdadero, mientras que CAN2 se relacionó con el área del ojo de la costilla. El 80% de los individuos se clasificaron correctamente en su grupo genético de origen. Estas técnicas de análisis multivariado permitieron evaluar las relaciones entre características productivas y de la canal de forma eficiente.

Palabras clave:
Análisis factorial,
Pelibuey, corderos
cruzados.

MULTIVARIATE ANALYSIS IN THE EVALUATION OF THE PERFORMANCE AND CARCASS CHARACTERISTICS OF LAMBS ACCORDING TO THEIR GENETIC GROUP

Abstract

The aim of the study was to evaluate performance and carcass characteristics of hair lambs ($n= 30$) from three genetic groups (10 Pelibuey, 10 Pelibuey×Dorper and 10 Pelibuey×Katahdin) using multivariate analysis techniques. Data were analyzed using factor analysis (FA) and canonical discriminant analysis (CDA). Seven principal components (PC) were selected using FA, which explained 72.50% of the total variation. PC1 contributed the highest percentage of the accumulated variance (17.38%), characterized by loin weight, neck weight, loin yield and shoulder weight. CDA generated two canonical functions (CAN) that explained 100% of the total variation. CAN1 was highly associated with true yield, while CAN2 was related to rib eye area. 80% of the individuals were correctly classified in their genetic group of origin. These multivariate analysis techniques made it possible to efficiently evaluate the relationships between productive and carcass characteristics.

Keywords:
Factorial analysis,
Pelibuey,
crossbred lambs.

INTRODUCCIÓN

En México, la producción ovina es una actividad económica en constante crecimiento. En los últimos 10 años, la producción promedio de carne de ovino fue de 63 mil toneladas. Tan solo en 2023 se produjeron 68 mil toneladas, lo que fue 1.8% mayor que el año anterior (SIAP, 2024). En las regiones tropicales predominan razas de ovinos de pelo (p. ej. Pelibuey, Black Belly, etc.) que se consideran ventajosas en cuanto a calidad de la canal, sabor de la carne, tamaño de la camada, y rusticidad, teniendo como principal objetivo la producción de carne (Dearborn *et al.*, 2023). Sin embargo, presentan tasas de crecimiento relativamente bajas, por lo que se cruzan con ovinos de razas seleccionadas para producción de carne (p. ej. Dorper, Katahdin, Charollais, etc.) con la finalidad de producir corderos con mejores características productivas y de la canal (Rosas-Rodríguez *et al.*, 2022).

La evaluación de las características de la canal es una estrategia importante para determinar la calidad del producto final. La clasificación y cuantificación del contenido de músculo y grasa, así como la determinación del rendimiento de los cortes comerciales permite optimizar y mejorar el aprovechamiento de la canal y la carne (Maciel *et al.*, 2023). Por lo tanto, un gran desafío para los productores es asegurar un número suficiente de ovinos para el sacrificio, con canales uniformes, alta proporción de músculo y cantidad adecuada de grasa intramuscular (Oliveira *et al.*, 2018).

La evaluación de la canal comúnmente se realiza considerando un gran número de características, algunas de las cuales pueden ser redundantes, lo que dificulta su interpretación cuando se utiliza análisis univariado. Por lo tanto, las técnicas de análisis multivariado resultan eficientes para estudiar un conjunto mayor de variables correlacionadas y su asociación con factores nutricionales, de manejo y genéticos (Roberto *et al.*, 2024). El análisis factorial (AF) se recomienda cuando se pretende resumir un conjunto de datos en factores e indicar las variables que contribuyen a la mayor parte de su explicación. Sin embargo, si la pertenencia o predicción de grupos, se recomienda el análisis discriminante (AD) para comprender las diferencias entre grupos y predecir la probabilidad de que un individuo pertenezca a un grupo específico en función de las variables estudiadas (Silva-Filho *et al.*, 2021). Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar las características de rendimiento y de la canal de corderos de pelo de diferentes grupos genéticos utilizando técnicas de análisis multivariadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Unidad de Investigación Ovina del Instituto Tecnológico de Tizimín, localizado en el estado de Yucatán, México (21° 09' 27.5" N; 88° 10' 21.9" W). Se usaron 30 corderos de tres grupos genéticos: 10 Pelibuey, 10 Pelibuey×Dorper, y 10 Pelibuey×Katahdin, recién destetados. Previamente se registró el peso al nacimiento. Los animales se colocaron en corrales individuales equipados con bebederos y comederos. Posteriormente, se identificaron, desparasitaron y vacunaron. Durante el periodo de engorda, los corderos se criaron bajo un régimen de *feedlot*. La suplementación consistió en alimento comercial (*creep feeding*) que contenía 16% de PC, 2.67 Mcal ME/Kg DMA, 2.5% grasa y 7.0% cenizas. Se proporcionó agua *ad libitum*.

Cuando los corderos alcanzaron un peso aproximado de 50 kg, se trasladaron al rastro de la Facultad de Medicina y Veterinaria de la UADY. Se registró el peso vivo al sacrificio (PVS), la edad al sacrificio y el periodo de engorda (d). Después de un periodo de ayuno de 16 h, los animales se sacrificaron mediante aturdimiento mecánico y desangrado, considerando los

criterios establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM-008-ZOO-1994, NOM-009-ZOO-1994, and NOM-033-ZOO-1995).

Luego del sacrificio y eviscerado, las canales se identificaron y pesaron para determinar el peso de la canal caliente (PCC). Los componentes no-canal (cabeza, patas, piel, vísceras, grasa) se pesaron por separado, así como el contenido gastrointestinal. El peso vivo vacío (PVV) se calculó por la diferencia entre el PCC y PVS. También se midió el pH a los 45 min y 24 h *postmortem*. Posteriormente, las canales se refrigeraron por 24 h a 4°C para obtener el peso de la canal fría (PCF). Se calcularon los rendimientos de canal fría (RCF), comercial (RC) y verdadero (RV). También se midió el grosor de la grasa dorsal, área del ojo de la costilla, índice de compacidad (Rosas-Rodríguez *et al.*, 2022; Maciel *et al.*, 2024).

Posteriormente, las canales se dividieron longitudinalmente y la parte izquierda de la canal se seccionó en ocho cortes comerciales: cuello, brazo, hombro, costilla, falda, lomo alto, lomo bajo y pierna. Se registró el peso individual de cada corte y se calculó su rendimiento en relación con el PCF (Maciel *et al.*, 2024).

Análisis de los datos

Los datos se analizaron mediante técnicas de análisis multivariado (análisis factorial y discriminante canónico) usando el programa estadístico SPSS versión 22. 0 (IBM SPSS, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis factorial

El AF produjo 11 componentes principales (CP) que explicaron el 95.42% de la variabilidad total de los datos. Sin embargo, se seleccionaron solo siete CP que en conjunto aportaron el 72.50% de la varianza del valor fenotípico (Cuadro 1). El CP1 aportó el mayor porcentaje de la varianza total acumulada (17.38%) y se caracterizó por el peso de lomo alto (0.883), peso de cuello (0.880), rendimiento de lomo alto (0.868) y peso de hombro (0.734). Los índices de comunalidad variaron de 0.85 a 0.99. La comunalidad es la proporción de la variabilidad de cada variable que se explica por los factores, siendo 0.5 el valor mínimo aceptable (Maciel *et al.*, 2024). Los resultados observados en este estudio son consistentes a los de otros estudios que también evaluaron características de calidad de la canal de ovinos (Silva-Filho *et al.*, 2021b).

Análisis discriminante

El análisis discriminante canónico generó dos únicas funciones canónica (CAN) que en conjunto explicaron el 100% de la variación total (Cuadro 2). La CAN1 estuvo altamente asociadas con el rendimiento verdadero y explicó el 61.1% de la variación total. En la CAN2, la variable área del ojo de la costilla obtuvo el coeficiente canónico estandarizado más alto y, en consecuencia, son las variables con mayor grado de discriminación. Podemos observar que las dos variables incluidas en las funciones discriminantes superan un valor de carga discriminante de ± 0.40 , asegurando así su inclusión en el proceso de interpretación siendo considerados robustos.

Cuadro 1. Matriz de peso de las variables factor y varianza explicada para cada factor.

Item	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	Factor 7	Com.
Peso al nacimiento	-	-	-	-	-	-	0.848	0.900
Edad al sacrificio	-	-	-	-0.272	-	0.467	-	0.978
Periodo de engorda	0.281	-	-	-0.325	-	0.371	-	0.982
Peso al sacrificio	-	-	-	-	0.899	-	-	0.970
Peso de canal caliente	0.331	-	0.476	-	0.534	-	-	0.945
Peso vivo vacío	0.450	-	-	-	0.736	-	-	0.983
Peso de canal fría	-	-	0.837	-	0.495	-	-	0.998
Rendimiento de canal fría	-	-	0.928	-	-	-	-	0.991
Rendimiento comercial	-	-0.454	0.669	-	-	0.279	0.348	0.996
Rendimiento verdadero	-0.279	-	0.861	-	-	-	-	0.989
Peso de patas	-0.660	-	-0.321	-	-	-	0.352	0.993
Peso de piel	-	0.266	-0.387	0.386	-0.352	-0.498	-	0.909
Peso de cabeza	-0.675	-0.280	-0.342	-	-	-	-	0.972
Peso de vísceras	-0.533	-0.353	-	-	-	-	-	0.989
Peso depulmón+corazón	-0.568	-0.351	-0.361	-	-0.401	-	-	0.988
Peso de contenido gastrointestinal	-0.449	-0.357	-	-	-	-	-	0.996
Peso de grasa mesentérica	-	-	-	-	-	-	-	0.865
pH45min	-	-	-	-	-	-	-	0.970
pH24h	-	-	-0.456	-	-	-	0.689	0.902
Índice de compacidad	-	-	-	-	-	-	-	0.931
Peso de grasa renal	-	-	-	0.895	-	-	-	0.974
Rendimiento de grasa renal	0.499	-	-	0.737	-	-	-	0.970
Espesor de grasa de canal (cm)	-	-	-	0.266	0.424	-	-	0.907
Área del ojo de la costilla (<i>L. dorsi</i>)	-	-	-	-	-	-	-	0.950
Peso de brazo	-	-	-	0.710	-	-	-	0.913
Rendimiento de brazo	-	-	-	0.620	-0.392	-	-0.337	0.909
Peso de cuello	0.880	-	-	0.392	-	-	-	0.970
Rendimiento de cuello	0.807	-	-	0.365	-	-	-	0.972
Peso de hombro	0.734	0.407	-	-	-	-	-	0.968
Rendimiento de hombro	-	-	-	-	-	-	-0.842	0.905
Peso de costilla	0.271	0.459	-	0.394	-	-	-	0.863
Rendimiento de costilla	-	0.627	-	0.333	-	-	-	0.852
Peso de falda	-	-	-	-	-	0.936	-	0.958
Rendimiento de falda	-	-	-	-	-	0.914	-	0.959
Peso de lomo alto	0.883	-	-	-	0.292	-	-	0.978
Rendimiento de lomo alto	0.868	0.265	-	-	-	-	-	0.970
Peso de lomo bajo	0.261	0.897	-	-	-	-	-	0.987
Rendimiento de lomo bajo	-	0.948	-	-	-	-	-	0.978
Peso de pierna	0.399	0.566	0.372	-	0.421	-	-	0.972
Rendimiento de pierna	0.523	0.792	-	-	-	-	-	0.974
Autovalor	11.40	4.82	4.66	3.75	2.93	2.77	2.15	-
% Varianza explicada	17.38	11.98	10.68	9.00	8.36	7.66	7.41	-
% Varianza acumulada	17.38	29.37	40.05	49.05	57.42	65.09	72.50	-

Com: Communalities.

En su estudio, Maciel *et al.* (2023) reportaron que las variables con mayor poder discriminatorio para los puntajes de conformación de la canal en corderos Santa Inês fueron el peso de la canal fría, la longitud externa de la canal, y el cuello, mientras que para para el terminado de la canal fueron el peso vivo al sacrificio, la longitud externa de la canal y el perímetro torácico. Por su parte, Guedes informaron que las variables con mayor poder discriminante entre las características de la canal de ovinos de raza Morada Nova alimentados con diferentes dietas fueron el peso corporal de sacrificio y el ancho de grupa.

Cuadro 2. Resumen de las funciones discriminantes canónicas.

Item	CAN 1	CAN 2
Rendimiento verdadero	0.843	-0.574
Área del ojo de la costilla	0.729	0.714
Autovalor	1.142	0.726
% Varianza simple	61.1	38.9
% Acumulativo	61.1	100
Correlación canónica	0.730	0.649
Wilks' Lambda	0.271	0.579
Chi-Cuadrada	16.343	6.822
Sig.	0.003	0.009

El porcentaje de individuos que fueron clasificados correctamente en su grupo de origen obtenido a partir del AD fue del 80% (Cuadro 3; Figura 1), lo que indica que las funciones canónicas presentaron buenos resultados de discriminación para la separación de los grupos. Estos resultados son inferiores a los informados por Silva-Filho *et al.* (2021b), quienes observaron que el 100% de los corderos evaluados fueron clasificados en sus respectivos grupos genéticos usando como variables discriminantes el índice de compacidad de la pierna, pérdidas por enfriamiento, índice de compacidad de la canal y conformación.

Cuadro 3. Resultados de la clasificación por grupos genéticos.

		GG Predicción de componentes por grupo				Total
		1	2	2		
Original	Número	1	8	2	0	10
		2	1	7	2	10
		3	1	0	9	10
	%	1	80.0	20.0	0.0	100.0
		2	10.0	70.0	20.0	100.0
		3	10.0	0.0	90.0	100.00

En el presente estudio, las funciones discriminantes lineales de Fisher's serían las siguientes:

$$GG1 = -2157.63 + 60.061 \times RVE + 51.917 \times ALD$$

$$GG2 = -2021.98 + 57.847 \times RVE + 51.349 \times ALD$$

$$GG3 = -2010.80 + 58.295 \times RVE + 48.899 \times ALD$$

Dónde: GG1= corderos Dp×Pb, GG2= corderos Kt×Pb, GG3= corderos Pb, RVE= Rendimiento verdadero, ALD= Área del ojo de la costilla.

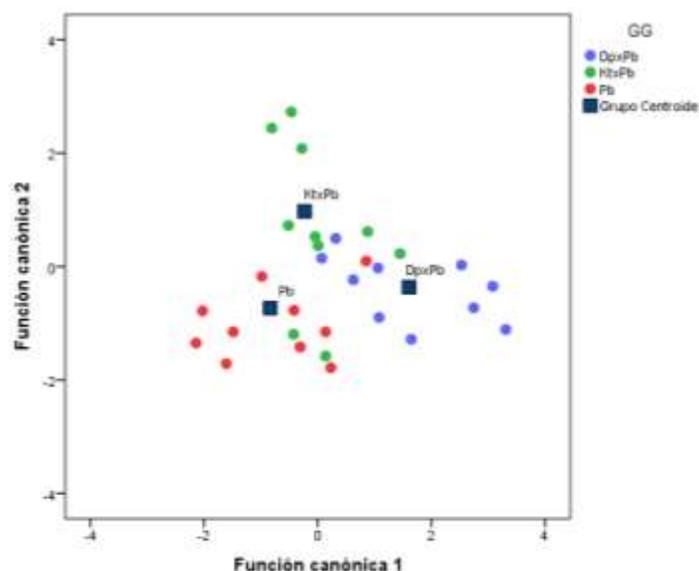


Figura 1. Representación canónica de los grupos genéticos evaluados en función de las dos primeras funciones canónicas.

CONCLUSIONES

Las técnicas de análisis multivariado empleadas en el estudio resultaron eficientes para evaluar las relaciones que tienen algunas características productivas y de la canal. Las variables con mayor poder discriminante entre los grupos genéticos fueron el rendimiento verdadero y el área del ojo de la costilla, logrando asignar a un número considerable de corderos a su grupo de origen.

REFERENCIAS

- Dearborn, L., Abdul-Rahmaan, B., Pesato, M., Memili, E., Rios, L. 2023. Hair sheep in the Americas: economic traits and sustainable production. *Frontiers in Animal Science*. 4:1195680. <https://doi.org/10.3389/fanim.2023.1195680>
- Guedes, D.G.P., Ribeiro, M.N., Ramos de Carvalho, F.F. 2018. Multivariate techniques in the analysis of carcass traits of Morada Nova breed sheep. *Ciência Rural*, Santa Maria, 48: 09. e20170746. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20170746>
- Maciel, MdS., Arandas, J.K.G., Carvalho, F.F.R., da Cruz, G.R.B., Ribeiro, N.L., Ribeiro, M.N. 2023. Discriminant analysis based on sheep carcass conformation and finishing scores. *Revista Caatinga*, 36(1): 199–206.
- Maciel, MdS., Gomes-Arandas, J.K., Ramos de Carvalho, F.F., da Cruz, G.R.B., Costa, R.G., Ribeiro, N.L., Ribeiro, M.N. 2024. Multivariate modeling to estimate the composition of carcass tissues of Santa Inês sheep. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 46, e64555. <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v46i1.64555>
- Oliveira, F.G., Sousa, W.H., Cartaxo, F.Q., Cunha, MdG, G., Ramos, J.P.F., Cezar, M.F., Menezes, L.M., Oliveira, A.B. 2018. Carcass characteristics of Santa Ines sheep with different biotypes and slaughtering weights. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 19(3): 347–359. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402018000300011>
- Roberto, F. FdaS., Ribeiro, N.L., Difante, GdosS, Guidolin, D.G.F., Ítavo, L.C.V., Ítavo, C.C.B.F., Rodrigues, J.G., Pereira, MdeG., Costa, R.G. 2024. Using multivariate analysis to predict carcass characteristics of lambs in grazing and supplemented with different levels of non-

- protein nitrogen. *The Journal of Agricultural Science*, 162, 275–282. <https://doi.org/10.1017/S0021859624000303>
- Rosas-Rodríguez, M., Serna-Lagunes, R., Salinas-Ruíz, J., Ayala-Rodríguez, J.M., Piña-Cárdenas, B.A., Salazar-Ortíz, J. 2022. Rendimiento productivo y clasificación de canales de corderos Pelibuey puros y cruzados criados bajo un sistema de producción intensivo en un clima cálido-húmedo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(4): 962–980. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i4.6023>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2024. Panorama Agroalimentario 2024. Consultado en: <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/panorama-agroalimentario-258035>
- Silva-Filho, J.R.V., Moura-Neto, J.B., Santos, L.T.A., Ferreira, C.O., Rodrigues, R.T.S., Arandas, J.K.G., Ribeiro, M.N., Voltolini, T.V. 2021a. Factorial and discriminant analysis on noncarcass components of Berganês lambs from different sexual classes and crossbreeding. *The Journal of Agricultural Science*, 1–11. <https://doi.org/10.1017/S0021859621000563>
- Silva-Filho, J.R.V., Moura-Neto, J.B., Gomes-Arandas, J.K., Alves dos Santos, L.T., Ávila-Queiroz, M.A., Filho, P.A.N., Voltolini, T.V., Torres de Mesquita, F.L., Ramos de Carvalho, F.F., Ribeiro, M.N. 2021b. Does crossbreeding improve the performance and carcass traits of Berganês sheep? *Tropical Animal Health and Production*, 53: 451. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02896-9>

EVALUACIÓN DE TRES CONCENTRACIONES DE BACTERIAS ENTOMOPATÓGENAS SIMBIÓTICAS DE NEMATODOS

ENTOMOPATÓGENOS SOBRE LARVAS DE *GALLERIA MELLONELLA*.

Aylín Elena Jaime-Hernández.¹, Esmeralda Britzel Juárez-Chino², Hugo César Briones-Vázquez², Alfredo Perez-Guiot³, Mauricio Arredondo-Castro³, Ana Marta Cruz-Avalos⁴, José Antonio Hernández-Marín³, César Andrés Ángel-Sahagún^{3*}

¹ Maestría en Producción Pecuaria. División de Ciencias de la Vida (DICIVA), Campus Irapuato Salamanca (CIS), Universidad de Guanajuato. Km 9 carretera Irapuato-Silao, Irapuato, Guanajuato, México.

² Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia.

³ Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Guanajuato.

⁴ Departamento de Agronomía. División de Ciencias de la Vida (DICIVA), Campus Irapuato Salamanca (CIS), Universidad de Guanajuato. Km 9 carretera Irapuato-Silao, Irapuato, Guanajuato, México.

*Autor de correspondencia: csahagun@ugto.mx

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar tres concentraciones de bacterias simbióticas de nematodos entomopatógenos sobre larvas de *Galleria mellonella*. El estudio se realizó en el LPCB-UG, se utilizaron cepas de nematodos entomopatógenos; para el aislamiento de bacterias se realizó la infección de larvas de *G. mellonella* y se utilizó la hemolinfa para obtener un cultivo puro en agar nutritivo, posteriormente se cultivó en caldo nutritivo y por dilución se obtuvieron las concentraciones 1×10^3 , 1.4×10^3 y 1.8×10^3 bacterias/mL se inocularon *G. mellonella* y se determinó la mortalidad a las 12, 24 y 48 horas. Se observó una mortalidad de 92.73% a las 36 horas con la concentración 1.8×10^3 bacterias/mL. La conclusión del presente estudio fue que las bacterias simbióticas de los nematodos entomopatógenos son patógenas para larvas de *G. mellonella* a tres concentraciones con la técnica de inyección directa a 36 horas postaplicación.

Palabras clave:

Xenorhabdus,
Photorhabdus,
suelos pecuarios.

EVALUATION OF THREE CONCENTRATIONS OF ENTOMOPATHOGENIC BACTERIA SYMBIOTIC WITH ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES ON *GALLERIA MELLONELLA* LARVAE

Abstract

The objective of the present study was to evaluate three concentrations of symbiotic bacteria of entomopathogenic nematodes on *Galleria mellonella* larvae. The study was carried out at the LPCB-UG, entomopathogenic nematode strains were used; for the isolation of bacteria, *G. mellonella* larvae were infected and the hemolymph was used to obtain a pure culture in nutrient agar, then it was cultured in nutrient broth and by dilution the concentrations 1×10^3 , 1.4×10^3 and 1.8×10^3 bacteria/mL were obtained, *G. mellonella* was inoculated and mortality was determined at 12, 24 and 48 hours. A mortality of 92.73% was observed at 36 hours with the concentration 1.8×10^3 bacteria/mL. The conclusion of the present study was that the symbiotic bacteria of entomopathogenic nematodes are pathogenic to *G. mellonella* larvae at three concentrations with the direct injection technique at 36 hours post-application

Keywords:

Xenorhabdus,
Photorhabdus,
livestock soils.

INTRODUCCIÓN

El uso de productos químicos en la agricultura y la ganadería es el proceso más utilizado para atacar plagas existentes, pero puede llegar a contaminar suelos y afectar organismos no blancos o benéficos que se encuentren en el lugar de la aplicación, al igual su uso desmedido provoca la resistencia de plagas; por lo anterior, desde el siglo XIX, se ha optado por utilizar mecanismos más amigables con el ambiente (Villarreal-Delgado *et al.*, 2018). Los nematodos son los animales más abundantes que se encuentran en la naturaleza, pueden clasificarse de diferentes formas, entre los cuales se encuentran los nematodos entomopatógenos de las familias *Steinernematidae* y *Heterorhabditidae*, que parasitan a insectos y se alimentan de ellos ya que presentan una simbiosis con las bacterias entomopatógenas *Xenorhabdus* y *Photorhabdus* (Liao *et al.*, 2017).

Las bacterias *Xenorhabdus* y *Photorhabdus* se han evaluado como agentes de control biológico, Ulug *et al.* (2024) evaluaron bacterias sobre *Aedes aegypti* y observaron una eficacia en la mortalidad del 100% a las 48 horas de la aplicación; por lo anterior el objetivo del presente estudio fue evaluar tres concentraciones de bacterias entomopatógenas simbióticas de nematodos entomopatógenos sobre larvas de *Galleria mellonella*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el Laboratorio de Parasitología y Control Biológico de la división Ciencias de la Vida, del campus Irapuato-Salamanca de la Universidad de Guanajuato (LPCB-UG). Se evaluaron once cepas de bacterias simbióticas de nematodos entomopatógenos (NEP), inicialmente aisladas de NEP conservados en el LPCB-UG. La obtención de aislados bacterianos se obtuvieron a partir de hemolinfa de una *G. mellonella* infectada con NEP y asperjando en agar MacConkey. Se incubaron por 72 horas a $\pm 32^{\circ}\text{C}$ en la oscuridad, una vez que se observó crecimiento bacteriano y se cultivó en agar nutritivo para realizar un cultivo puro, se dejó incubar por 48 horas a $\pm 32^{\circ}\text{C}$, posteriormente se colocó en caldo nutritivo estéril, el cual se dejó incubando por 48 horas en agitación a $\pm 25^{\circ}\text{C}$ en oscuridad (Pérez-Campos *et al.*, 2018). Posteriormente se realizó el conteo de bacterias en una cámara de Neubauer, se calcularon las dosificaciones de 1×10^3 , 1.4×10^3 y 1.8×10^3 bacterias/mL. Con las dosis preparadas se realizó la infección por medio de la técnica de inyección directa, se aplicaron 0.02 mL de cada concentración a cada una de las cinco *G. mellonella* por caja de Petri con 4 repeticiones (Liao *et al.*, 2017). Se realizaron dos grupos testigo el primer se inoculó con 0.02 mL de agua destilada y el segundo con 0.02 mL de caldo nutritivo estéril. Se evaluó su mortalidad a las 12, 24 y 36 horas posteriores a la infección. Con los registros de la mortalidad se realizó un análisis de varianza completamente al azar con un diseño factorial, el cual constó de tres factores, el primero la concentración con tres niveles (Factor A: 1×10^3 , 1.4×10^3 y 1.8×10^3 bacterias/mL), el segundo el tiempo con tres niveles (Factor B: 12, 24 y 36 horas) y el tercero la cepa con 13 niveles (Factor C: Testigo 1, Testigo 2, M40, M26, M28, M4, M32, MA1, MA2, MA3, MA4, M1, M35) posteriormente se realizó una prueba de comparación de medias con el método de Tukey ($P < 0.05$). Este análisis se realizó con el programa Statgraphics 18 Centurion.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con las condiciones en que se realizaron los experimentos los resultados mostraron 0% mortalidad en los grupos testigos, durante las tres mediciones de tiempo.

Cuadro 1. Porcentaje de mortalidad a las 12, 24 y 36 horas de *G. mellonella* infectadas por inyección con bacterias entomopatógenas en la hemolinfa a una concentración de 1×10^3 , 1.4×10^3 y 1.8×10^3 bacterias.

Cepa	Hora	Concentración		
		1×10^{3a}	1.4×10^{3a}	1.8×10^{3a}
M40 ^c	12 ^a	0	5	5
	24 ^b	10	85	95
	36 ^c	100	90	95
M26 ^{abc}	12 ^a	5	0	10
	24 ^b	5	10	20
	36 ^c	100	100	95
M28 ^{abc}	12 ^a	5	0	0
	24 ^b	60	5	5
	36 ^c	100	90	100
M4 ^{ab}	12 ^a	0	5	30
	24 ^b	5	5	30
	36 ^c	65	90	75
M18 ^{ab}	12 ^a	5	5	0
	24 ^b	5	5	0
	36 ^c	90	85	100
MA1 ^a	12 ^a	0	0	0
	24 ^b	0	0	0
	36 ^c	80	75	85
MA2 ^{ab}	12 ^a	0	0	10
	24 ^b	0	0	15
	36 ^c	100	75	95
MA3 ^{abc}	12 ^a	30	10	40
	24 ^b	30	10	40
	36 ^c	55	70	85
MA4 ^{bc}	12 ^a	20	35	30
	24 ^b	20	35	30
	36 ^c	85	85	100
M1 ^{bc}	12 ^a	10	0	5
	24 ^b	40	60	60
	36 ^c	60	90	80
M35 ^c	12 ^a	5	0	10
	24 ^b	85	50	50
	36 ^c	95	100	100

Diferente literal por columna de cepa, concentración y de hora indica diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$).

La mortalidad promedio de las cepas a las 12 horas fue del 8%, a las 24 horas fue del 22 y a las 36 horas fue del 87.9. La cepa MA3 presentó la mayor mortalidad a las 12 horas, 40% con la concentración de 1.8×10^3 bacterias/mL, a las 24 horas la mayor mortalidad la presentó M40 con un 95%, con la concentración de 1.8×10^3 bacterias/mL. El porcentaje de mortalidad a las 36 horas de la concentración 1.8×10^3 bacterias/mL fue de 92.73%, de 1.4×10^3 bacterias/mL fue de 86 y de 1×10^3 bacterias/mL fue de 85.44 (Cuadro 1). El análisis estadístico demostró que no existen diferencias significativas entre concentraciones; el factor tiempo y cepas presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$); las interacciones

fueron significativas entre cepa y concentración y, cepa y el tiempo ($P < 0.05$); la prueba de Tukey formó tres grupos para el factor hora, cada uno formado por una hora diferente; cinco grupos para el factor cepa, donde el primer grupo lo formó por MA1 la cual fue la cepa más sobresaliente; y el grupo menos sobresaliente formado por M35 y M40 ($P < 0.05$).

Ulug *et al.* (2024) evaluaron la eficacia de cepas de *Xenorhabdus* y *Photorhabdus* sobre *Aedes aegypti* por la técnica de sumersión, con mortalidades de 100% a 48 horas utilizando concentraciones de 20 y 50% de bacterias, los resultados mostraron mayor mortalidad que los del presente estudio, probablemente por el tiempo en que fue determinada la mortalidad. Wu *et al.* (2022) evaluaron la eficacia de *Photorhabdus* y *Xenorhabdus* en *Monellia caryella* utilizando la concentración de 1.33×10^8 bacterias/mL y evaluando la mortalidad a los 3, 5 y 7 días, asperjando la concentración sobre los insectos y manteniéndolos en cajas Petri, obtuvieron una mortalidad mayor al 93% el día 7, este resultado fue similar al obtenido en el presente estudio, pero el tiempo en el cual se evaluó el experimento fue mayor que en el presente estudio y esto probablemente provocó la similitud.

CONCLUSIONES

Las bacterias simbióticas de los nematodos entomopatógenos a tres concentraciones diferentes son patógenas para larvas de *G. mellonella* con la técnica de inyección directa posterior a 36 horas de la aplicación.

REFERENCIAS

- Liao, C., Gao, A., Li, B., Wang, M., Shan, L. (2017). Two symbiotic bacteria of the entomopathogenic nematode *Heterorhabditis* spp. against *Galleria mellonella*. *Toxicon*. 127, 85-89. [10.1016/j.toxicon.2016.11.257](https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2016.11.257)
- Pérez-Campos, S., Rodríguez-Hernández, A., López-Cuellar, M., Zepeda-Bastida, A., Chavarría-Hernández, N. (2018). In-vitro liquid culture of the entomopathogenic nematode, *Steinernema colombiense*, in orbitally shaken flasks. *Biocontrol Science and Technology*. 1, 1–11. [10.1080/09583157.2018.1499872](https://doi.org/10.1080/09583157.2018.1499872)
- Ulug, D., Touray, M., Gulsen, S., Cimen, H., Hazir, C., Bode, H., Hazir, S. (2024). A taste of a toxin paradise: *Xenorhabdus* and *Photorhabdus* bacterial secondary metabolites against *Aedes aegypti* larvae and eggs. *Journal of Invertebrate Pathology*. 205. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2024.108126>
- Villarreal-Delgado, M., Villa-Rodríguez, E., Cira-Chávez, L., Estrada-Alvarado, M., Parra-Cota, F., Santos-Villalobos, S. (2018). El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. *Revista mexicana de fitopatología*. 1, 95-130. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1706-5>
- Wu, S., Toews, M., Cottrell T., Schmidt, J., Shapiro-Ilan, D. (2022). Toxicity of *Photorhabdus luminescens* and *Xenorhabdus bovienii* bacterial metabolites to pecan aphids (Hemiptera: Aphididae) and the lady beetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of Invertebrate Pathology*. 194, 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2022.107806>

MAÍZ ORIGINARIO Y SU ACEITE ESENCIAL (AE): HERRAMIENTA BIOTECNOLÓGICA INNOVADORA PARA SU DEFENSA

Javier Morales-López *

* ÁLIO-AJO. Azufre líquido. El privilegio de tocar vidas. Árbol del Fuego 81, La Candelaria, Coyoacán, 04380 CdMx, México.

*Autor de correspondencia: javmorlop2013@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-1476-3460>

Resumen

Este estudio investiga la extracción y análisis de la composición química del aceite esencial (AE) del maíz originario mexicano (*Zea mays* L) utilizando un método inédito de hidrodestilación de baja presión y baja temperatura. Este método se aplicó por primera vez a nivel mundial en distintos tejidos del maíz: granos, olotes, chalas o envolturas, estigmas y el hongo *Ustilago maydis* (huitlacoche). Los hallazgos incluyen la identificación de ácidos carboxílicos, aldehídos, alcoholes, terpenos y siloxanos, que juegan un papel clave en los mecanismos de defensa del maíz y varían entre los diferentes tejidos. Este proyecto tiene como objetivo crear una herramienta biotecnológica innovadora para comparar variedades de maíz nativas y genéticamente modificadas basándose en sus perfiles aromáticos, promoviendo la mejora de cultivos y la sostenibilidad. Además, enfatiza la innovación pública y la autonomía tecnológica alineadas con el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 de México.

Palabras clave: Maíz Criollo, Aceite Esencial, Hidrodestilación

NATIVE MAIZE AND ITS ESSENTIAL OIL (EO): AN INNOVATIVE BIOTECHNOLOGICAL TOOL FOR ITS DEFENSE

Abstract

This study investigates the extraction and analysis of the chemical composition of the essential oil (EO) of native Mexican maize (*Zea mays* L) using a novel low-pressure, low-temperature hydrodistillation method. This method was applied for the first time worldwide to various maize tissues: grains, cobs, husks, stigmas, and the fungus *Ustilago maydis* (huitlacoche). The findings include the identification of carboxylic acids, aldehydes, alcohols, terpenes, and siloxanes, which play key roles in maize defense mechanisms and vary among different tissues. This project aims to create an innovative biotechnological tool for comparing native and genetically modified maize varieties based on their aroma profiles, promoting crop improvement and sustainability. Furthermore, it emphasizes public innovation and technological autonomy aligned with Mexico's National Development Plan 2025-2030.

Keywords: Native maize, Essential oil, Hydrodistillation

INTRODUCCIÓN

El maíz es un cultivo fundamental del patrimonio cultural y agrícola de México. Con más de 1,450,000 publicaciones científicas, el maíz ha sido ampliamente estudiado, pero la investigación sobre su AE y sus componentes químicos ha sido prácticamente inexistente. Esta propuesta busca llenar este vacío, proporcionando una nueva perspectiva que permita preservar y defender las variedades tradicionales del maíz frente a las amenazas de las variedades transgénicas y extranjeras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Este estudio se llevó a cabo utilizando maíz originario mexicano (*Zea mays* L). Las muestras fueron recolectadas de diversas variedades nativas, incluyendo granos, olotes, chalas o envolturas, estigmas y huitlacoche. Las destilaciones se realizaron en un laboratorio especializado equipado con tecnología de hidrodestilación de baja presión y baja temperatura.

Metodología

Extracción: Se utilizará un método inédito de hidrodestilación de baja presión y baja temperatura con el uso de solventes para capturar y diluir los componentes volátiles del maíz. Esta metodología se aplicará en distintos tejidos del maíz: granos, olotes, chalas o envolturas, estigmas y el hongo *Ustilago maydis* o huitlacoche.

Análisis: Se emplearán técnicas analíticas avanzadas, como cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS), para identificar y cuantificar los compuestos volátiles presentes en los AEs obtenidos.

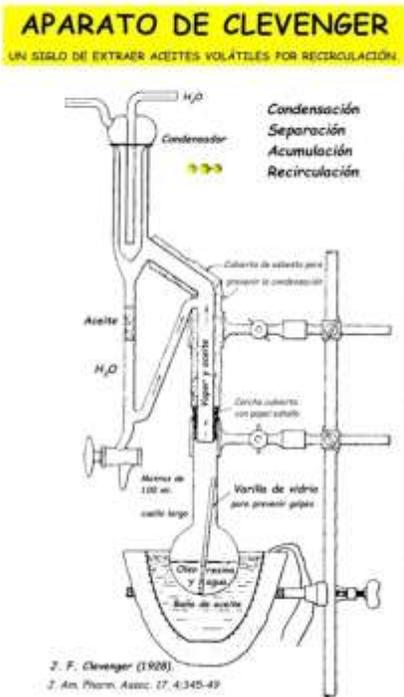
Análisis de los datos

Las muestras, en su mayoría fueron probadas por triplicado y sus valores fueron promediados en cada tejido para su análisis estadístico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los hallazgos incluyen la identificación y cuantificación de ácidos carboxílicos, aldehídos, alcoholes, terpenos y siloxanos en el AE del maíz originario. Estos compuestos juegan un papel clave en los mecanismos de defensa del maíz y varían entre los diferentes tejidos analizados.

Los compuestos hidrocarbonados encontrados en los granos, olotes o chalas, en las envolturas, en los estigmas y en el hongo o huitlacoche del maíz son: 1,3-octadieno, octano, 2,4-dimetil hexano, 1-butil-2-etil ciclopentano, tetradecano, heptadecano, 2,6,10,15-tetrametil-, heneicosano. Los hidrocarbonados con estructura de isopreno incluyen: α -pineno, D-limoneno, ocimeno y terpinoleno. Los aldehídos identificados en la planta del maíz son: hexanal, 2-hexanal, 2-heptenal, heptanal (isómero), 2-octenal, octanal, nonanal, 2,4-decadienal, (Z)-2-decenal, decanal, 2-undecenal, undecanal, 2-pentil-2-nonenal, tetradecanal y pentadecanal. Las cetonas, furanos y acetales identificados son: 2-heptanona, 2-octanona, 2-pentil furano, 1,1-dietoxi heptano y β -ionona.



Un método de obtención inédito

Operación (Repeticiones)	Estigmas (1)	Olote (3)	Grano (4)	Chalas (1)	Huítlacoche (3)
(1) Selección - Acondicionamiento					
(2) Reducción de tamaño					
(3) Destilación a 55°C					
(4) Muestra cromatográfica GC-MS					

Figura 1. Metodología general.

También se identificaron algunos alcoholes como: 3-metil-1-butanol, 1-pentanol, cis-3-hexen-1-ol, 1-hexanol, 3-metil-1-pentanol, 4-metil-5-hexen-2-ol, 1-heptanol, 1-octen-3-ol, trans-(2-etil ciclo pentil) metanol, 3-octanol, 2-etil hexanol, 1-octanol, 3-nonen-1-ol, cis-3-nonen-1-ol, nonan-1-ol y 1-decanol. Destacan los ácidos carboxílicos en los componentes del aroma de las plantas de origen mexicano como: butil acetato, ácido fórmico, heptil éster, hexil acetato, etil octanoato, ácido acético non-1-enil éster, ácido láurico, etil dodecanoato, ácido mirístico, ácido tetradecanoico, ácido palmitoleico, ácido palmítico, metil palmitato, ácido linoleico, ácido linoelaídico, vinil palmitato, etil palmitato, metil linoleilaidato, etil linoleato y etil oleato. De manera importante y como hallazgo, se reporta por vez primera, como componente del aroma en aceites esenciales, varios compuestos con silicio que incluyen: hexametil ciclo tri siloxano, ciclo tetra siloxano, octametil-, 1,3,5,7,9,2,4,6,8,10-penta oxa penta siloxano, dodecametil ciclo hexa siloxano y 1,1,1,3,5,5,7,7,7-nonametil-3-(trimetil siloxi) tetra siloxano. Otra familia de componentes del aroma encontrados en los tejidos del maíz incluye a los bencénicos como: p-xileno, isopropil benceno (cumeno), estragol y 4-etil-2-metoxi fenol. Un componente con azufre fue identificado: dialil sulfuro. Varios componentes parcialmente identificados también están incluidos.

APLICACIONES

Herramienta Innovadora: El AE del maíz originario se utilizará como una herramienta innovadora de comparación y de prueba en la biotecnología y la ingeniería genética de plantas. Permitirá conocer las diferencias entre las variedades de maíz basándose en su perfil de aroma y resistencia a plagas, según la composición química de los componentes volátiles.

Comparación de Variedades: Comparar las diferencias entre las variedades de maíz criollo y las variedades transgénicas en cuanto a su resistencia a plagas y el impacto de las modificaciones genéticas, potenciando así la mejora de cultivos y la sostenibilidad agrícola.

Innovación Pública y Autonomía Tecnológica: Este proyecto se enmarca en el objetivo más amplio de la innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional del Plan Nacional de Desarrollo del gobierno de México 2025-2030. Al generar autonomía tecnológica y desarrollar soluciones propias, se busca reducir la dependencia del exterior y fortalecer las capacidades tecnológicas de México.

CONCLUSIONES

Este proyecto destaca la innovación y el potencial de la biotecnología mexicana al explorar un ámbito no investigado previamente del maíz nativo criollo. Se plantea que futuras investigaciones podrían enfocarse en el impacto ambiental de la extracción de AEs y su aplicación en otros cultivos relevantes. Además, se subraya la importancia de la innovación pública y la generación de autonomía tecnológica para el desarrollo sostenible del país.

FINANCIAMIENTO: Este proyecto ha sido financiado, en su totalidad, a nivel personal y de manera independiente por M. en B. Javier Morales López.

CONFLICTO DE INTERESES: Los datos de este proyecto no pueden ser utilizados sin la autorización expresa del autor. No existen conflictos de intereses que puedan influir en la interpretación o presentación de los resultados.

REFERENCIAS

- Morales-López, J., Centeno-Álvarez, M., Nieto-Camacho, A., López, M. G., Pérez-Hernández, E., Pérez-Hernández, N., & Fernández-Martínez, E. (2017). Evaluation of antioxidant and hepatoprotective effects of white cabbage essential oil. *Pharmaceutical Biology*, 55(1), 233-241.
- Estanislao Gómez, C. C., Aquino Carreño, A., Pérez Ishiwara, D. G., San Martín Martínez, E., Morales López, J., Pérez Hernández, N., & Gómez García, M. C. (2016). Decatropis bicolor (Zucc.) Radlk essential oil induces apoptosis of the MDA-MB-231 breast cancer cell line. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 16, 1-11.
- Martin, D. F. S., Perea-Flores, M. D. J., Morales-López, J., Centeno-Alvarez, M. M., Pérez-Ishiwara, G., Pérez-Hernández, N., & Pérez-Hernández, E. (2013). Effect of Heterotheca inuloides essential oil on rat cytoskeleton articular chondrocytes. *Natural Product Research*, 27(24), 2347-2350.
- Bósquez-Molina, E., Ronquillo-de Jesús, E., Bautista-Baños, S., Verde-Calvo, J. R., & Morales-López, J. (2010). Inhibitory effect of essential oils against Colletotrichum gloeosporioides and Rhizopus stolonifer in stored papaya fruit and their possible application in coatings. *Postharvest Biology and Technology*, 57(2), 132-137.
- Calvo-Gómez, O., Morales-López, J., & López, M. G. (2004). Solid-phase microextraction–gas chromatographic–mass spectrometric analysis of garlic oil obtained by hydrodistillation. *Journal of Chromatography A*, 1036(1), 91-93.
- Morales-López, J. YouTube: https://www.youtube.com/watch?v=pOX_MN9II7M
- Morales-López, J. Facebook: https://www.facebook.com/javier.moraleslopez.58/videos/3985205958385177?locale=es_LA

MORTALIDAD DE NUEVOS COMPUESTOS CETOENÓLICOS CONTRA EL ACARO DEPREDADOR *Amblyseius swirskii* (ACARI: PHYTOSEIIDAE)

Marcos Enrique Cua-Basulto^{1*}, Emanuel Hernández-Núñez², José Quinatzin García-Maldonado¹, Hugo Pilotzi-Xahuentitla³, Esaú Ruiz-Sánchez⁴

¹Departamento de Recursos del Mar, CINVESTAV-IPN Unidad Mérida, Antigua carretera a Progreso s/n Colonia Cordemex, C.P.97310, Mérida.

²Departamento de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico Superior de Calkiní. Av. Ah Canul S/N por carretera Federal, 24930 Calkiní, Campeche, México.

³Centro de Química, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Edif. IC9 Complejo de Ciencias, C.U., 72570, Puebla, México.

⁴Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Conkal, Avenida Tecnológico s/n, C.P. 97345, Conkal, Yucatán, México.

*Autor de correspondencia: marcos.cua@itconkal.edu.mx

Resumen

Los ácaros depredadores son enemigos naturales, sin embargo, los acaricidas químicos convencionales han mostrado ser tóxicos. Por lo tanto, el uso de nuevos compuestos derivados de los cetoenoles ofrecen una menor toxicidad. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de nuevos compuestos derivados de los cetoenoles en *Amblyseius swirskii*. Los compuestos cetoenólicos (5 ml) se vertieron en viales hasta cubrir toda la superficie. Posteriormente, 15 adultos de *A. swirskii* se colocaron en cada vial y éstos se taparon. La mortalidad de los ácaros se registró a las 24, 48 y 72 h. Los compuestos cetoenólicos tuvieron efectos sobre la mortalidad de *A. swirskii*. El compuesto H-115 produjo una alta mortalidad en todas fechas de evaluación. Mientras que el compuesto H-108 mostro una mortalidad intermedia a las 72 horas posteriores a la exposición.

Palabras clave: Acaro benéfico, Toxicidad, Cetoenoles.

MORTALITY OF NEW KETOENOL COMPOUNDS AGAINST THE PREDATORY MITE *Amblyseius swirskii* (ACARI: PHYTOSEIIDAE)

Abstract

Predatory mites are natural enemies, however, conventional chemical acaricides have been shown to be toxic. Therefore, the use of new compounds derived from ketoenols offer lower toxicity. The objective of this study was to evaluate the effect of new compounds derived from ketoenols on *Amblyseius swirskii*. The ketoenol compounds (5 ml) were poured into vials until the entire surface was covered. Subsequently, 15 *A. swirskii* adults were placed in each vial and the vials were covered. Mite mortality was recorded at 24, 48 and 72 h. Ketoenolic compounds had effects on the mortality of *A. swirskii*. Compound H-115 produced high mortality at all evaluation dates. While compound H-108 showed intermediate mortality at 72 hours after exposure.

Keywords: Predatory mites, Toxicity, Ketoenols.

INTRODUCCIÓN

Los ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae son enemigos naturales comunes de ácaros fitófagos y de insectos de las familias Aleyrodidae y por ello, tienen enorme potencial como agentes de control biológico de plagas en varios cultivos agrícolas (McMurtry, Moraes & Sourassou, 2013). En los últimos años el uso de acaricidas químicos para el manejo de ácaros fitófagos, sigue siendo la manera más efectiva de control (Van Leeuwen *et al.*, 2015), Sin embargo, se ha visto que estos traen consigo efectos tóxicos para los ácaros depredadores afectando su supervivencia (Cua-Basulto *et al.*, 2021). Por lo tanto, surge la necesidad de desarrollar nuevos derivados de acaricidas químicos. En este sentido, se busca que los nuevos derivados de los compuestos cetoenólicos sean selectivos y que no sean tóxicos para los enemigos naturales, pero que al mismo tiempo sean perjudiciales a los ácaros fitófagos (Döker and Kazak, 2020). Estos compuestos pueden usarse como una alternativa útil con mínimos efectos para la salud humana y medio ambiente. Por ello el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de nuevos compuestos derivados de los cetoenóles en un acaro depredador *Amblyseius swirskii* en condiciones de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El experimento se llevó a cabo en el laboratorio de plagas agrícolas del Instituto Tecnológico de Conkal en Yucatán, México. Se estableció en un diseño completamente al azar con 10 repeticiones para cada compuesto cetoenólico.

Preparación de compuestos probados

Para la realización de los bioensayos, se prepararon soluciones madre de compuestos cetoenólicos estos se diluyeron en una solución de DMSO a una relación de 1:1 (p/v). Esta mezcla se diluyó posteriormente en agua destilada para obtener la mezcla al 0.05% (p/v). De igual manera se usaron dos compuestos cetoenólicos comerciales (spirodiclofen y spiromesifen) a dosis recomendadas en etiqueta como testigo.

Metodología

Para el ensayo de toxicidad se estableció en el laboratorio, el ácaro depredador *A. swirskii* se obtuvo de manera comercial a la empresa Koppert México. Los compuestos cetoenólicos (5 ml) se vertieron en viales de vidrio de 20 ml y se agitaron para cubrir uniformemente toda la superficie interna se eliminó todo el exceso en los viales y se dejaron secar durante 3 horas, luego se colocó polen en cada vial como alimento. En los viales tratados se introdujeron 15 ácaros adultos *A. swirskii* y se taparon los viales. Se registró la mortalidad de los ácaros a las 24, 48 y 72 horas después de la aplicación contando el número de adultos vivos o muertos. Los ácaros que no caminaron al menos la distancia correspondiente a su longitud corporal se consideraron muertos.

Análisis de los datos

Se usó un diseño completamente al azar los experimentos. Los datos se sometieron a análisis de varianza después de verificar la normalidad y la homocedasticidad. Las diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las medias se determinaron mediante la prueba de Tukey. Todos los análisis se realizaron en el paquete estadístico Infostat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los compuestos cetoenólicos tuvieron efectos significativos sobre la mortalidad de *Amblyseius swirskii*. El compuesto cetoenólico H-115 produjo una alta mortalidad en todas las fechas de evaluación después de la aplicación. Mientras que el compuesto cetoenólico H-108 mostro una mortalidad intermedia a las 48 y 72 horas posteriores a la exposición. Por otro lado, los demás compuestos cetoenólicos causaron una mortalidad mínima en todas las fechas de evaluación.

El uso de nuevos compuestos acaricidas ofrece una alternativa viable para un efecto menos tóxico a los ácaros depredadores, ya que estos pueden sustituir a los acaricidas químicos convencionales (Takahashi *et al.*, 2012). Por otra parte, estudios han documentado que la efectividad de nuevos acaricidas químicos han mostrado un mínimo efecto toxico en varias especies de ácaros depredadores (Furuya *et al.*, 2017).

CONCLUSIONES

Los nuevos compuestos derivados de los cetoenóles produjeron una mortalidad intermedia sobre el acaro depredador *A. swirskii* en todas las fechas de evaluación. Estos resultados tienen un gran potencial para seguir siendo probados contra diferentes especies de ácaros depredadores.

AGRADECIMIENTOS: Los autores agradecen a CONAHCYT México por la beca otorgada a Marcos Cua Basulto. Beca posdoctoral número 4923351.

CONFLICTO DE INTERESES: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS

- Cua-Basulto, M. E., Ruíz-Sánchez, E., Ballina-Gómez, H., Chan-Cupul, W., & Reyes-Ramírez, A. (2021). Efectos letales y subletales de acaricidas sintéticos en ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae, *Acta universitaria*, 31, e3052. <https://doi.org/10.15174/au.2021.3052>
- Döker, İ., & Kazak, C. (2020). Toxicity and risk assessment of acaricides on the predatory mite, *Euseius scutalis* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) under laboratory conditions. *Chemosphere*, 261, 127760. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127760>
- Furuya, T., Machiya, K., Fujioka, S., Nakano, M., & Inagaki, K. (2017). Development of a novel acaricide, pyflubumide. *Journal of Pesticides Science*, 42(3), 132-136. <https://doi.org/10.1584/jpestics.J17-02>
- McMurtry, J. A., de Moraes, G. J., & Sourassou, N. F. (2013). Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Systematic & Applied Acarology*, 18(4), 297-320. <https://doi.org/10.11158/saa.18.4.1>
- Takahashi, N., Nakagawa, H., Sasama, Y., & Ikemi, N. (2012). Development of a new acaricide, cyflumetofen. *Journal of Pesticide Science*, 37(3), 263-264. <https://doi.org/10.1584/jpestics.J12-03>
- Van Leeuwen, T., Tirry, L., Yamamoto, A., Nauen, R., & Dermauw, W. (2015). The economic importance of acaricides in the control of phytophagous mites and an update on recent acaricide mode of action research. *Pesticide Biochemistry Physiology*, 121, 12-21. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2014.12.009>

SUPRESIÓN POBLACIONAL DE NUEVOS COMPUESTOS CETOENÓLICOS CONTRA LA ARAÑA ROJA (*Tetranychus urticae* Koch)

Marcos Enrique Cua-Basulto^{1*}, Emanuel Hernández-Núñez², José Quinatzin
García-Maldonado¹, Hugo Pilotzi-Xahuentitla³, Esaú Ruiz-Sánchez⁴

¹Departamento de Recursos del Mar, CINVESTAV-IPN Unidad Mérida, Antigua carretera a Progreso s/n Colonia Cordemex, C.P.97310, Mérida.

²Departamento de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico Superior de Calkiní. Av. Ah Canul S/N por carretera Federal, 24930 Calkiní, Campeche, México.

³Centro de Química, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Edif. IC9 Complejo de Ciencias, C.U., 72570, Puebla, México

⁴Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Conkal, Avenida Tecnológico s/n, C.P. 97345, Conkal, Yucatán, México.

*Autor de correspondencia: marcos.cua@itconkal.edu.mx

Resumen

En la actualidad el uso de acaricidas químicos como los compuestos cetoenólicos han mostrado alta actividad acaricida ya que interfieren en la síntesis de lípidos. En los últimos años, el estudio de la síntesis de nuevos derivados químicos se muestra como una alternativa con potencial para el desarrollo de nuevos grupos toxicológicos para el manejo de *T. urticae*. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la supresión de la densidad poblacional de nuevos compuestos cetoenólicos en *T. urticae* en invernadero. Los compuestos cetoenólicos se aplicaron a plantas de berenjena de 2 meses de edad que previamente estaban infestadas con *T. urticae*. La densidad poblacional se determinó antes de la aspersión y a los 7 y 14 días. Los compuestos cetoenólicos H-108, H-110, H-115 y OGH-1 redujeron la densidad poblacional en adultos, ninfas y huevos en todas las fechas de evaluación posteriores a la aplicación.

Palabras clave: Ácaros fitófagos, efectividad, Cetoenóles.

POPULATION SUPPRESSION OF NEW KETOENOL COMPOUNDS AGAINST THE SPIDER MITE (*Tetranychus urticae* Koch)

Abstract

Currently, the use of chemical acaricides such as ketoenolic compounds has shown high acaricidal activity since they interfere with lipid synthesis. In recent years, the study of the synthesis of new chemical derivatives has been shown as an alternative with potential for the development of new toxicological groups for the management of *T. urticae*. Therefore, the objective of this study was to evaluate the suppression of population density of new ketoenolic compounds in *T. urticae* in the greenhouse. The ketoenolic compounds were applied to 2-month-old eggplant plants that were previously infested with *T. urticae*. Population density was determined before spraying and at 7 and 14 days. The ketoenolic compounds H-108, H-110, H-115 and OGH-1 reduced population density in adults, nymphs and eggs on all evaluation dates after application.

Keywords: Phytophagous mites, effectiveness, Ketoenols.

INTRODUCCIÓN

La araña roja (*Tetranychus urticae*) es la especie polífaga más importante de la familia Tetranychidae, asociado con 1100 especies vegetales de importancia económica en muchos cultivos de invernadero y campo (Adesanya *et al.*, 2019). El control de *T. urticae* se ha convertido en uno de los problemas más importantes debido a las frecuentes aplicaciones de acaricidas químicos del mismo grupo toxicológico que facilita el desarrollo de resistencia (Zhao *et al.*, 2011). En la actualidad existe tendencia de usar acaricidas químicos con diferentes modos de acción o ingredientes más efectivos dentro del mismo grupo toxicológico en los programas de control de ácaros (Van Leeuwen *et al.*, 2014). Este sentido, spiromesifen y spiroadiclofen, son dos compuestos cetoenólicos que tienen actividad acaricida a través de la inhibición de síntesis de lípidos (Badienia *et al.*, 2020). Por lo tanto, dentro de las estrategias utilizadas para el control de ácaros fitófagos esta la síntesis de nuevas entidades químicas que sean más efectivas. En los últimos años, el estudio de la síntesis de nuevos derivados químicos se muestra como una mejor bioactividad acaricida con potencial de desarrollo, donde varios estudios en invernadero y campo han mostrado efectos positivos en la supresión de la densidad poblacional de *T. urticae*. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la supresión de la densidad poblacional de nuevos compuestos cetoenólicos en *T. urticae* en condiciones de invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El experimento se llevó a cabo en el invernadero del Instituto Tecnológico de Conkal en Yucatán, México. Se estableció en un diseño completamente al azar, una planta representó una repetición. Se evaluaron diez repeticiones por cada compuesto cetoenólico.

Preparación de compuestos probados

Para la realización de los bioensayos, se prepararon soluciones madre de compuestos cetoenólicos estos se diluyeron en una solución de DMSO a una relación de 1:1 (p/v). Esta mezcla se diluyó posteriormente en agua destilada para obtener la mezcla al 0.05% (p/v). De igual manera se usaron dos compuestos cetoenólicos comerciales (spiroadiclofen y spiromesifen) a dosis recomendadas en etiqueta como testigo.

Metodología

Para evaluar la densidad poblacional en invernadero se utilizaron plantas de berenjena de dos meses de edad. Las plantas de berenjena se infestaron con adultos de *T. urticae* y tres semanas después, cuando se había establecido la colonia de ácaros, se realizaron las aplicaciones de los tratamientos, dirigiendo la aspersion a ambos lados de las hojas en cobertura total hasta punto de goteo, utilizando un atomizador manual. La densidad poblacional de *T. urticae* se determinó antes de la aspersion y a los 7 y 14 después de la aplicación de los tratamientos. Para tales efectos, se cortó una hoja joven por planta y se llevó al laboratorio para contar el número de ácaros (adultos, ninfas y huevos) con la ayuda de un estereoscopio (40x). El área de cada hoja evaluada se midió con un integrador de área foliar (LI-COR®, USA, modelo LI-300C).

Análisis de los datos

Se usó un diseño completamente al azar en los experimentos. Los datos se sometieron a análisis de varianza después de verificar la normalidad y la homocedasticidad. Las diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las medias se determinaron mediante la prueba de Tukey. Todos los análisis se realizaron en el paquete estadístico Infostat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los compuestos cetoenólicos tuvieron efectos significativos en la supresión poblacional de *T. urticae*. Para los adultos los compuestos cetoenólicos H-108, H-115 y OGH-1 mostraron ser los más efectivos a los 7 días, mientras que a los 14 días los compuestos cetoenólicos H-108 y H-110 redujeron la densidad poblacional. Para el estadio de ninfas los compuestos cetoenólicos H-108, H-110, H-115 y OGH-1 fueron los más efectivos en todas las fechas de evaluación. Para los huevos, nuevamente se pudo observar que los compuestos cetoenólicos H-108, H-110, H-115 y OGH-1, mostraron baja supresión poblacional posterior a la aplicación.

El uso de nuevos compuestos acaricidas ofrece una alternativa viable, ya que exhibe buena actividad acaricida para el manejo de ácaros fitófagos (Suzuki *et al.*, 2021). Por otro lado, se ha documentado que nuevos compuestos químicos como derivados de fenil trifluoroetil tioéter, han mostrado efectos sobre los ácaros fitófagos (Liu *et al.*, 2024). De igual, manera se ha demostrado que nuevos derivados químicos, son capaces de controlar a los ácaros fitófagos y su efecto puede mantenerse hasta por 2 a 3 semanas (Xie *et al.*, 2016).

CONCLUSIONES

Los nuevos compuestos derivados de los cetoenóles mostraron ser efectivos suprimiendo la densidad poblacional en adultos, ninfas y huevos a los 7 y 14 días posterior a la aplicación, siendo los compuestos cetoenólicos H-108, H-110, H-115 y OGH-1 los que mostraron mayor supresión poblacional. Estos resultados tienen un gran potencial para incluirlos en las estrategias de manejo contra *T. urticae*.

AGRADECIMIENTOS: Los autores agradecen a CONAHCYT México por la beca otorgada a Marcos Cua Basulto. Beca posdoctoral número 4923351.

CONFLICTO DE INTERESES: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS

- Adesanya, A.W., Beauchamp, M. J., Lavine, M. D., Lavine, L. C., Zhu, F., & Walsh, D. B. (2019). Physiological resistance alters behavioral response of *Tetranychus urticae* to acaricides. *Scientific Reports*, 9(1), 1-12. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55708-4>
- Badieinia, F., Khajehali, J., Nauen, R., Dermauw, W., & Van Leeuwen, T. (2020). Metabolic mechanisms of resistance to spiroticlofen and spiromesifen in Iranian populations of *Panonychus ulmi*. *Crop Protection*, 134: 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105166>
- Liu, D., Zhang, J., Gao, Y., Hao, H., Zhang, C., Wang, F., & Zhang, L. (2024). Synthesis, acaricidal activity, and structure-activity relationships of novel phenyl trifluoroethyl thioether derivatives containing substituted benzyl groups. *Pest Management Science*, 80(2), 544-553. <https://doi.org/10.1002/ps.7780>

- Suzuki, J., Ootaka, A., Onoue, S., & Onoue, M. (2021). Synthesis and acaricidal activity of phenylpiperazine derivatives. *Journal of Pesticide Science*, 46(2), 189-197. <https://doi.org/10.1584/jpestics.D21-007>
- Van Leeuwen, T., Tirry, L., Yamamoto, A., Nauen, R., & Dermauw, W. (2015). The economic importance of acaricides in the control of phytophagous mites and an update on recent acaricide mode of action research. *Pesticide Biochemistry Physiology*, 121, 12-21. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2014.12.009>
- Xie, Y., Xu, Y., Liu, C., Guan, A., Ban, L., Ding, F., & Peng, W. (2016). Intermediate derivatization method in the discovery of new acaricide candidates: synthesis of N-substituted piperazines derivatives and their activity against phytophagous mites. *Pest Management Science*, 73(5), 945-952. <https://doi.org/10.1002/ps.4369>
- Zhao, J. H., Wang, Z. C., Ji, M. H., Cheng, J. L., Zhu, G.N., & Yu, C. M. (2011). Synthesis and bioactivity evaluation of novel spiromesifen derivatives. *Pest Management Science*, 68, 10-15. <https://doi.org/10.1002/ps.2248>

PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE PASTO TOLEDO CON FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

Erika Andrea Hernández^{1*}, Petra González-Hernández¹, Karla Lisette Silva-Martínez¹, Diego Vázquez-Aguilar², Jonathan Raúl Garay-Martínez³

¹ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, División de Posgrado e Investigación; desviación Lindero Tametate S/N, Col. "La Morita", C.P. 92100, Veracruz, México.

²Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia, Campus II, Carr. Emiliano Zapata Km. 8, CP. 29060. Tuxtla Gutiérrez. ³Campo Experimental Las Huastecas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Altamira C.P. 89610, Tamaulipas, México.

*Autor de correspondencia: erika.hernandez@itsta.edu.mx

Resumen

El objetivo fue evaluar la producción del pasto *Urochloa brizantha* bajo fertilización orgánica y sintética. Se evaluaron tres tratamientos: sin fertilización, Biol a una concentración de 2 L y urea al 46%, los cuales se aplicaron a los 21, 28 y 35 días de rebrote. La fertilización con Biol aumento la producción de MS a los 28 y 35 días con 2540.56 y 3290.56 kg/ha⁻¹ de MS respectivamente en comparación con la fertilización química que fue de 2005.56 y 2698.67 kg/ha⁻¹ de MS en los mismos días de rebrote. El uso de biofertilizantes puede ser una opción prometedora en la sustitución total o parcial de la fertilización química, favoreciendo la producción de biomasa forrajera y el valor nutricional del pasto Toledo.

Palabras clave:
biofertilizantes,
forrajes, agricultura
sostenible.

TOLEDO GRASS BIOMASS PRODUCTION WITH ORGANIC FERTILIZATION

Abstract

The objective was to evaluate the production of *Urochloa brizantha* grass under organic and synthetic fertilization. Three treatments were evaluated: no fertilization, Biol at a concentration of 2 L and urea at 46%, which were applied at 21, 28 and 35 days of regrowth. Biol fertilization increased DM production at 28 and 35 days with 2540.56 and 3290.56 kg/ha⁻¹ of DM respectively compared to chemical fertilization which was 2005.56 and 2698.67 kg/ha⁻¹ of DM on the same days of regrowth. The use of biofertilizers can be a promising option in the total or partial substitution of chemical fertilization, favoring the production of forage biomass and the nutritional value of Toledo grass.

Keywords:
biofertilizers, forages,
sustainable agriculture.

INTRODUCCIÓN

Entre las alternativas para producción de biomasa y la nutrición de las plantas, el uso de biofertilizantes ha demostrado ser una opción prometedora y de bajo costo para el suministro de nutrientes en el establecimiento y recuperación de pastos (Soares-Filho *et al.*, 2015), debido a que optimizan las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo al mejorar su fertilidad y estructura, reducir la densidad aparente y al aumentar la retención de agua, la capacidad de intercambio catiónico y la presencia de microorganismos (Biserra *et al.*, 2020). Por otra parte, incrementa la producción y calidad nutricional de los forrajes al favorecer el desarrollo radicular de la planta (Polo, 2021). Una opción de fertilización orgánica para los pastizales es la descomposición del estiércol a través de un biodigestor donde se puede adquirir un subproducto líquido que es el resultado de la fermentación anaeróbica y el cual es conocido como biol o digerido líquido de fermentación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en el rancho “Tamaya” ubicado en la localidad de Santa Cruz, municipio de Huejutla de Reyes, Hidalgo. El clima de la región es cálido húmedo (García, 2005), con temperatura y precipitación promedio anual de 30.1°C y 1469 mm, respectivamente. La altura sobre el nivel del mar es de 134 m. La posición geoespacial comprende los paralelos 21° 12' de LN y 98° 29' de LO. El suelo se clasifica como Vertisol, de textura arcillosa con el 73.6%, materia orgánica de 5.12% y pH de 8.46.

Metodología

Establecimiento y tratamientos

El material vegetal utilizado fue el pasto Toledo (*Urochloa brizantha*). La siembra del forraje fue a chorrillo con una distancia entre hileras de 50 cm y de 1 m entre franjas. Antes de iniciar los muestreos se realizó un corte de emparejamiento a 10 cm de altura a fin de tener una homogeneidad de la pradera. El control de malezas y arvenses fue de manera manual. Los tratamientos consistieron en tres esquemas de fertilización: T1: sin fertilización, T2: Biol a una concentración de 2L y T3: fertilización química (urea), los cuales se aplicaron a los 21, 28 y 35 días después del corte.

Producción de biomasa

Se recolectó el forraje verde utilizando un cuadro de PVC de 1 m × 1 m, con el cual se cosechó todo el material vegetal disponible dentro de este a una altura de 10 cm. Posteriormente el material recolectado se pesó en una báscula digital (ADAM®, USA) y se procedió a tomar una submuestra representativa de 200 gr para ser conservadas en bolsas de papel las cuales fueron puestas en un horno de aire forzado a una temperatura de 55 °C hasta obtener un peso constante. Con los datos resultantes se estimó el rendimiento de materia seca por hectárea.

Análisis de los datos

Se utilizó un diseño completamente al azar, en arreglo factorial 3×3 (tres fuentes de fertilizaciones y tres intervalos de rebrote). Con los datos obtenidos se realizó un análisis de

varianza (ANDEVA) y una prueba de comparación múltiple de medias (Tukey $P < 0.05$), empleando el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 9.3, 2012 (Statistical Analysis System, Institute Inc., Cary, NC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores medios de rendimiento de Materia Seca (MS) de las plantas sometidas a los diferentes tratamientos, así como los resultados de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), se presentan en el Cuadro 1. Se observó diferencias estadísticas significativas en la producción de MS entre las edades de cosecha, donde las máximas acumulaciones se presentaron en el tratamiento T2 a los 35 y 28 días con 3290.56 y 2540.56 kg/ha^{-1} de MS, respectivamente, con relación al T1 y T3. Estos resultados son superiores a lo reportado por Wilson-García *et al.* (2021) quienes observaron una producción de 86.7 y de 114 kg/ha^{-1} de MS a los 35 días en el pasto *Urochloa cayman* fertilizado con composta y lombricomposta, respectivamente, así como por Lara-Calderon *et al.* (2021) los cuales obtuvieron rendimientos de 1125,06 kg/ha^{-1} de MS con humus líquido y de 1095,67 kg/ha^{-1} de MS con biofertilizante en el pasto *Bracharia decumbens* cv. Basilisk a la misma edad.

Cuadro 1. Producción de biomasa de *Urochloa brizantha* a diferente edad de corte y fuentes de fertilización.

Tratamiento	Edad	kg/ha^{-1} de MS	t/ha^{-1} de MS
T1	21	1127.89 ^d	1.13 ^d
	28	1823.78 ^b	1.82 ^b
	35	2096.56 ^c	2.10 ^c
T2	21	1389.56 ^d	1.39 ^d
	28	2540.56 ^b	2.54 ^b
	35	3290.56 ^a	3.29 ^a
T3	21	1269.33 ^d	1.27 ^d
	28	2005.56 ^c	2.01 ^c
	35	2698.67 ^b	2.70 ^b

^{a,b,c} Medias con distinta literal en la misma hilera son estadísticamente diferentes (Tukey, $p < 0.05$).

El aumento de producción de forraje con la aplicación de biol puede deberse a la mayor disponibilidad de nutrimentos para las plantas al ser además una fuente de fitorreguladores y fitoestimulantes, que al aplicarlo permite aumentar la cantidad de raíces e incrementar la cantidad de fotosíntesis de las plantas, mejorando substancialmente la producción y calidad de las cosechas (Biserra *et al.*, 2020, Cabos *et al.*, 2019), así como por la incorporación de materia orgánica, la cual favorece el aporte de sustancias húmicas y aumenta así la capacidad de intercambio catiónico y la fertilidad del suelo (De Matos *et al.*, 2020). Se puede observar en la Figura 1 que la aplicación del biofertilizante en el T2 tuvo una influencia positiva creciente en el rendimiento de MS en el pasto Toledo en comparación con los demás tratamientos, lo que indica su potencial para reemplazar el fertilizante convencional la cual es usado con mayor frecuencia por los productores. Biserra *et al.* (2020) obtuvieron resultados satisfactorios al aplicar biofertilizante líquido proveniente de estiércol vacuno

sobre el pasto *Brachiaria brizantha*, con un mayor rendimiento de materia seca en hojas y raíces, así como un efecto positivo en la altura de la planta.

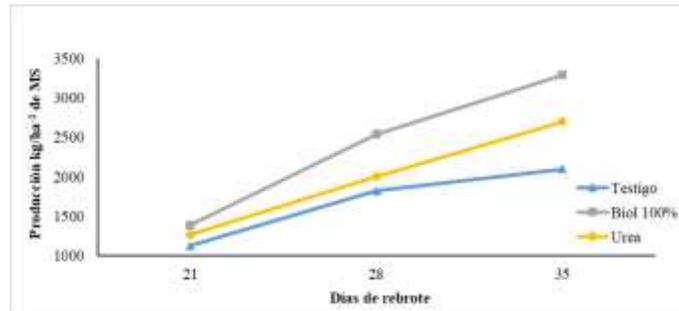


Figura 1. Rendimiento de materia seca en pasto Toledo en respuesta a diferentes fuentes fertilización y edades de rebrote.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio demuestran que el biofertilizante puede ser una alternativa prometedora en sustitución total o parcial de la fertilización química favoreciendo la producción de biomasa forrajera y el valor nutricional del pasto Toledo en zonas tropicales.

REFERENCIAS

- Biserra, T.T., Paiva, L.M., Fernandes, H.J., Duarte, C.F.D., Fleitas, A.C. & Silva, A.O da. (2020). Producción y valor nutritivo del pasto piatí sometido a fertilización orgánica y química. *Nativo*, 8(1), pp. 150–156. <https://doi.org/10.31413/nativa.v8i1.7450>
- Cabos, S. J., Bardales, V. C. B., León, T. C. A. & Gil, R. L. A. (2019). Evaluación de las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del biol y biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno en un biodigestor de geomembrana de policloruro de vinilo. *Arnaldoa*, 26(3), pp. 1165-1176. <https://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26321>
- De Matos N.A., Maciel, A.M., Silva, J.B.G., Mendonça, H.V., de Paula, V.R. & Otenio, M.H. (2020). Biofertilizer application on corn (*Zea mays*) increases the productivity and quality of the crop without causing environmental damage. *Water, Air, & Soil Pollution*, 231(414), pp. 1-10. <https://doi.org/10.1007/s11270-020-04778-6>
- García, E. (2005). Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª edición. Instituto de Geografía. Universidad Autónoma de México. México, D. F. 217 p.
- Lara-Calderon, M.A., Ordoñez-Songor, L.A., Bumbieiris-Junior, V.H., & Villota-Gonzalez, L. (2021). Adubação biológica e seu efeito no capim *Brachiaria decumbens* sobre a produção de forragem. In Brasil. E.J. Xavier-Costa, Ed. Zootecnia De Precisão: Desafios e Aplicações. *Científica digital*. pp. 13-24. <https://doi.org/10.37885/211206906>
- Polo, L.E.A. (2021). Efecto de la fertilización orgánica sobre el rendimiento de materia seca de especies de *Brachiaria*. *Revista Científica Semilla del Este*, 1(2), pp. 64-69. <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/343/3432066008/html/>
- SAS. (2012). Statistical Analytical Systems. SAS Version 9.2 user's guide. Carry, NY: SAS Institute.
- Soares-Filho, C.V., Heinrichs, R., Perri, S.H.V. & Correia, A.C. (2015). Atributos químicos no solo e produção de *Cynodon dactylon* cv. Terra Verde sob doses de biofertilizante orgânico. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 16(1), pp. 23-35. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402015000100003>
- Wilson-García, C. Y., López-Zerón, N.E., Mendoza-Pedroza, S.I, Ventura-Rios, J., Álvarez-Vázquez, P., Alemán-Roque, D., Lara-Román, E.J., Hernández-Bautista, E.M. & Bello-Lázaro, J.F. (2021). Rendimiento del pasto Cayman (*Urochloa*) con fertilización química y orgánica.

Revista Fitotecnia Mexicana. 44 (4A), pp. 737-745. <https://doi.org/10.35196/rfm.2021.4-A.737>

IMPACTO DEL AGUA RESIDUAL PORCÍCOLA EN EL CONTENIDO MINERAL Y CALIDAD DE PLÁNTULAS DE CHILE HABANERO
Carlos David Hernández-Pinto^{1*}, **Marisela Vega-De Lille¹**, **Germán Giacomán-Vallejos¹**, **Emanuel Hernández-Núñez²**, **Carlos Juan Alvarado-López³**

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán. Av. Industrias No Contaminantes por Periférico Norte S/N. Mérida, Yucatán. México.

²Departamento de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico Superior de Calkiní. Av. Ah Canul S/N por carretera Federal, 24930, Calkiní, Campeche, México.

³SECIHTI-Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Conkal/IxM, Avenida Tecnológico S/N, Municipio de Conkal, C.P. 97345. Conkal, Yucatán, México

*Autor de correspondencia: davi_gt500@hotmail.com

Resumen

La producción porcícola y agrícola se ha incrementado debido a la demanda alimenticia. Sin embargo, las granjas porcícolas generan contaminación al ambiente. Los residuos porcícolas tienen una gran cantidad de nutrientes. El objetivo del trabajo fue evaluar la influencia del agua residual porcícola en la concentración elemental y crecimiento morfológico de plántulas de chile habanero. Se produjeron plántulas irrigadas con: T1 = 100% agua residual; T2 = 60% agua residual + 40% agua; T3 = 20% agua residual + 80% agua y T4 = testigo (100% agua). Las plántulas del testigo se produjeron con fertilización convencional. El T3 registró una mayor emergencia, altura y biomasa seca, también mayor concentración de minerales como potasio (K) y calcio (Ca), mientras que las plántulas del T1 obtuvieron un menor crecimiento. La dilución de agua residual porcícola es una alternativa viable en el crecimiento y obtención de plántulas calidad de chile habanero.

IMPACT OF SWINE WASTEWATER ON MINERAL CONTENT AND QUALITY OF HABANERO PEPPER SEEDLINGS

Abstract

The demand for food has led to an increase in both swine and agricultural production. However, swine farms contribute to environmental pollution. Swine wastewater is rich in nutrients, which may have potential applications in agriculture. This study aimed to evaluate the influence of swine wastewater on the elemental composition and morphological growth of habanero pepper seedlings. Seedlings were irrigated with different treatments: T1 = 100% wastewater; T2 = 60% wastewater + 40% water; T3 = 20% wastewater + 80% water; and T4 = control (100% water). The control seedlings were grown using conventional fertilization. T3 seedlings exhibited the highest emergence rate, plant height, and dry biomass, as well as the highest concentrations of minerals such as potassium (K) and calcium (Ca), while T1 seedlings showed the lowest growth. The dilution of swine wastewater proves to be a viable alternative for enhancing the growth and quality of habanero pepper seedlings.

Palabras clave:

Agua residual, vigor,
Capsicum chinense.

Keywords: wastewater
vigor, *Capsicum
chinense*.

INTRODUCCIÓN

En Yucatán, la producción porcícola incrementó considerablemente en relación con el consumo de la carne de cerdo, que se encuentra entre los principales alimentos en consumirse por la población, con una producción de 166,132.014 t. La industria porcícola genera una gran cantidad de residuos. El manejo inadecuado de estos residuos ocasiona la contaminación del medio ambiente, lo cual genera una gran cantidad de estiércol y aguas residuales (Menezes *et al.*, 2017). Los residuos porcícolas generalmente contienen nutrientes y elementos minerales como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, entre otros, que pueden ser empleados por las plantas durante su crecimiento (Mergen *et al.*, 2019). Ante la falta de información sobre el impacto de los residuos porcícolas en el crecimiento de las plantas, es necesario evaluar posibles alternativas de producción utilizando estos residuos. Por lo cual, el objetivo del trabajo fue evaluar la influencia del agua residual porcícola en la concentración elemental y crecimiento morfológico de plántulas de chile habanero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se realizó en el laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Autónoma de Yucatán.

Metodología

Durante el experimento se produjeron plántulas de chile habanero en charolas germinadoras con sustrato Sunshine (mezcla 3). Las plántulas emergidas fueron irrigadas con agua residual porcícola y con diluciones de agua residual. Los tratamientos fueron: T1 = 100% agua residual; T2 = 60% agua residual + 40% agua; T3 = 20% agua residual + 80% agua y T4 = testigo (100% agua). Las plántulas del tratamiento testigo se produjeron con fertilización convencional. El experimento se estableció en un diseño completamente al azar con cinco repeticiones. Se determinó la emergencia de las semillas al observarse el gancho del tallo, se evaluó la altura, biomasa de las plántulas y el índice de calidad Dickson. También se realizó un análisis por microfluorescencia de rayos X donde se evaluó el contenido mineral de las plántulas.

Análisis de los datos

Se transformaron los datos en porcentaje con la raíz cuadrada del arcoseno. Se realizó un ANDEVA y donde hubo diferencias estadísticas se realizó una comparación de medias con Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las variables de vigor y crecimiento morfológico de plántulas se encontraron diferencias significativas. En el porcentaje de emergencia los tratamientos T4 (98%) y T3 (96%) fueron superiores estadísticamente a los demás tratamientos. El agua residual diluida al 20% incrementó el vigor de las semillas en un 40% con respecto al tratamiento T1 que obtuvo el menor valor 58% (Cuadro 1). El agua residual porcícola mejoró los atributos de las semillas lo que potencializó el vigor y permitió obtener plántulas homogéneas para el trasplante al campo. En este sentido, Hernandez-Pinto *et al.* (2020) mencionan que es importante obtener una alta emergencia que permite tener plántulas homogéneas del mismo tiempo y tamaño al

momento del trasplante. En las variables de crecimiento los tratamientos T3 y T4 obtuvieron la mayor altura con 9.37 y 10.24 cm respectivamente, superiores al tratamiento T1 y T2 (4.81 y 6.51 cm respectivamente), este crecimiento se reflejó en la acumulación de biomasa seca donde los tratamientos T3 (188.2 mg) y T4 (155.3 mg) registraron el mayor valor, mientras que el tratamiento T1 obtuvo el menor valor con 48.2 mg (Cuadro 1). El agua residual porcícola mejoró la altura y la acumulación de biomasa seca. De manera similar, Torres-García *et al.* (2019) obtuvieron una mayor altura, número de hojas y biomasa seca en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) al fertilizar con lixiviado de estiércol caprino. En el índice de calidad Dickson los tratamientos T4 y T3 presentaron los mejores valores (0.30 y 0.25) mientras que el T1 fue el más bajo con 0.02 (Cuadro 1). Bajo este contexto, es posible obtener plántulas de calidad producidas con agua residual porcícola. Al respecto, Fonseca-Reis de Mello *et al.* (2016) indican que un mayor índice de calidad Dickson representa plántulas de mayor vigor y calidad para el trasplante.

Cuadro 1. Vigor y crecimiento de plántulas de chile habanero

Tratamientos	Emergencia (%)	Altura (cm)	Biomasa seca (mg)	Índice de calidad Dickson
T1	58 c	4.88 ± 0.41 c	48.2 ± 0.30d	0.02 ± 0.14 c
T2	82 b	6.51 ± 0.33 b	103.6 ± 0.29c	0.13 ± 0.08 b
T3	96 a	9.37 ± 0.25 a	188.2 ± 0.17a	0.25 ± 0.02 a
T4	98 a	10.24 ± 0.29 a	155.3 ± 0.11ab	0.30 ± 0.02 a

Literales diferentes indican diferencias entre grupos ($P < 0.05$), prueba de Tukey.

En el análisis elemental de las plántulas se encontró que el tratamiento T3 obtuvo una mayor concentración de K (3.68 mg g^{-1}) superior al tratamiento T1 y T4 quienes registraron una menor concentración (1.89 y 1.98 mg g^{-1} respectivamente), de manera similar en el Ca el tratamiento T3 (1.47 mg g^{-1}) fue superior a todos los demás tratamientos, mientras que en el P no se encontraron diferencias significativas, por otra parte en el Cl los tratamientos T1 y T2 irrigados con una mayor concentración de agua residual tuvieron una mayor concentración (0.55 y 0.42 mg g^{-1} respectivamente), superior al tratamiento testigo T4 (0.30 mg g^{-1}) y al T3 (0.29 mg g^{-1}) (Cuadro 2). En este sentido, el agua residual diluida permitió una mayor concentración mineral de K y Ca lo que potencializó un mayor crecimiento en las plantas. Al respecto, Villar *et al.* (2004) indican que concentraciones superiores de N, K y Ca en plántulas influyen en su morfología, resistencia y calidad al tener reservas nutrimentales mayores para soportar el trasplante.

Cuadro 2. Análisis elemental de plántulas de chile habanero

Tratamientos	K (mg g^{-1})	Ca (mg g^{-1})	P (mg g^{-1})	Cl (mg g^{-1})
T1	1.89 ± 0.35c	0.84 ± 0.12b	0.03 ± 0.04 NS	0.55 ± 0.14a
T2	2.68 ± 0.2b	0.91 ± 0.09b	0.04 ± 0.03 NS	0.42 ± 0.10a
T3	3.68 ± 0.21a	1.47 ± 0.07a	0.05 ± 0.02 NS	0.29 ± 0.06b
T4	1.98 ± 0.18c	0.86 ± 0.04b	0.03 ± 0.02NS	0.30 ± 0.02b

Literales diferentes indican diferencias entre grupos ($P < 0.05$), prueba de Tukey.

CONCLUSIONES

El agua residual porcícola al 100% disminuyó la emergencia, la concentración mineral y como consecuencia el crecimiento vegetal de las plántulas además aumentó la concentración

de cloro. Por otra parte, el agua residual diluida (20%) incrementó el vigor de las semillas, la concentración de K y Ca, lo que aumentó las características morfológicas de las plántulas (altura y biomasa seca). También mejoró la calidad de plántulas. En este contexto, el agua residual porcícola diluida es un medio de producción alternativo empleando un residuo contaminante del ambiente para la obtención de plántulas de chile habanero.

AGRADECIMIENTOS: A la Universidad Autónoma de Yucatán/Facultad de Ingeniería y al SECIHTI.

CONFLICTO DE INTERESES: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS

- Fonseca-Reis de Mello, B. F., Vieira-Trevisan, M., & Steiner, F. (2016). Quality of cucumber seedlings grown in different containers. *Revista de Agricultura Neotropical*, 3(1), 33-38. <https://doi.org/10.32404/rean.v3i1.820>
- Hernández-Pinto, C., Garruña, R., Andueza-Noh, R., Hernández-Núñez, E., Zavala-León, M. J. y Pérez-Gutiérrez, A. (2020). Post-harvest storage of fruits: An alternative to improve physiological quality in habanero pepper seeds. *Revista Bio Ciencias* 7, e796. <https://doi.org/10.15741/revbio.07.e796>
- Menezes, J.F.S., Da Silva, M. P., Caetano, J. O., Cantão, V. C. G., Benites, V. de M. (2017) Maize yield after long-term application of pig slurry. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol 21, núm 10. ISSN 1807-1929. Pp 686-690.
- Mergen Junior, C. A., Loss, A., Dos Santos Junior, E., Dupont Giumbelli, L., De Pinho, D., De Abreu, L., Rogério Lourenzini, C., Comín, J. J., Brunetto, G. (2019) Caracterización física de agregados de suelo sometido a 10 años de aplicación de efluentes porcinos. Artículo de investigación: ciencias del suelo. *Revista de Ciencias Agrícolas*. e-ISSN 2256-2273, vol 36, núm 1. Pp 79-92.
- Torres-García, A., Héctor-Ardisana, E. F., Fosado-Téllez, O., Cué-García, J. L., Mero-Muñoz, J. A., León-Aguilar, R., & Peñarrieta-Bravo, S. (2019). Respuesta del pimiento (*Capsicum annuum* L.) ante aplicaciones foliares de diferentes dosis y fuentes de lixiviados de vermicompost. *Bioagro*, 31(3), 213-220.
- Villar-Montero, R., Ruiz-Robledo, J., Quero-Pérez, J. L., Poorter, H., Valladares-Ros, F., & Marañón, T. (2004). Tasas de crecimiento en especies leñosas: aspectos funcionales e implicaciones ecológicas. En Valladares, F. (Ed.). *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante* (pp. 191-227). Madrid, España: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Organismo Autónomo de Parques Nacionales. ISBN: 84-8014-552-8.

NANOPARTÍCULAS DE SILICIO Y ZINC: EVALUANDO SU FITOTOXICIDAD EN EL CULTIVO DE MAÍZ

María Yesenia Ruiz-Aguilar¹, Agustín Hernández-Juárez^{1*}, Yolanda del Carmen Pérez-Luna^{2*}, Sonia Noemi Ramírez-Barrón³, Luis Alberto Aguirre-Uribe¹, Epifanio Castro-del Angel¹, Henry López-López⁴

¹Departamento de Parasitología, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro #1923, Buenavista, 25315 Saltillo, Coahuila, México.

²Departamento de Agroindustrial, Universidad Politécnica de Chiapas, Carretera Tuxtla Gutiérrez – Portillo Zaragoza Km 21+500, Colonia las Brisas, 29150 Suchiapa, Chiapas, México.

³Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro #1923, Buenavista, 25315 Saltillo, Coahuila, México.

⁴Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera a Delta S/N, 21705, Ejido Nuevo León, Baja California, México.

*Autor de correspondencia: chinoahj14@hotmail.com; yperez@upchiapas.edu.mx

Resumen

El uso de nanopartículas de silicio y zinc surge como una estrategia innovadora para mejorar la salud del cultivo de maíz, aunque su aplicación excesiva puede generar fitotoxicidad. Por ello, el objetivo es evaluar la fitotoxicidad de las nanopartículas de dióxido de silicio (SiO₂NPs) y óxido de zinc (ZnONPs) en el cultivo de maíz, para maximizar beneficios sin comprometer la salud vegetal. Las plantas fueron tratadas foliarmente con tres concentraciones de SiO₂NPs (750, 2000, 6000 ppm) y ZnONPs (350, 1500, 4500 ppm), además de un control. Se observó un incremento de 30% en altura de plantas, 40% en crecimiento radicular con SiO₂NPs a 6000 ppm, 70% de incremento en peso seco de follaje en SiO₂NPs a 2000 ppm y ZnONPs a 4500 ppm aumenta el 17% el contenido de clorofila y 28% el contenido de nitrógeno. Las nanopartículas son una alternativa viable que optimiza el crecimiento de la planta, sin efectos fitotóxicos, impulsando a una agricultura moderna y sustentable.

Palabras clave:
Fitotoxicidad, aplicación, crecimiento, foliar.

SILICON AND ZINC NANOPARTICLES: ASSESSING THEIR PHYTOTOXICITY IN CORN CROPS

Abstract

The use of silicon and zinc nanoparticles emerges as an innovative strategy to improve the health of the corn crop, although their excessive application can generate phytotoxicity. Therefore, the objective is to evaluate the phytotoxicity of silicon dioxide nanoparticles (SiO₂NPs) and zinc oxide nanoparticles (ZnONPs) in corn crops to maximize benefits without compromising plant health. Plants were foliar treated with three concentrations of SiO₂NPs (750, 2000, 6000 ppm) and ZnONPs (350, 1500, 4500 ppm), plus a control. A 30% increase in plant height, 40% increase in root growth was observed with SiO₂NPs at 6000 ppm, 70% increase in foliage dry weight with SiO₂NPs at 2000 ppm and ZnONPs at 4500 ppm increased chlorophyll content by 17% and nitrogen content by 28%. Nanoparticles are a viable alternative that optimizes plant growth, without phytotoxic effects, promoting modern and sustainable agriculture.

Keywords:
Phytotoxicity, foliar application, growth.

INTRODUCCIÓN

La nanotecnología ha emergido como una herramienta innovadora en la agricultura, ya que se ha demostrado su capacidad para mejorar el crecimiento y la protección de los cultivos, incluso en situaciones adversas. En este marco, se ha investigado el impacto de las nanopartículas de dióxido de silicio (SiO_2) y óxido de zinc (ZnO) en el desarrollo del cultivo de maíz, dado que ambos elementos juegan roles cruciales en su desarrollo. El silicio contribuye al fortalecimiento estructural de la planta y está asociado con la eliminación de especies reactivas de oxígeno (ROS), la activación de antioxidantes y la señalización fitohormonal, lo que mejora su resistencia a factores de estrés abiótico, como la sequía y la salinidad, así como a ataques de plagas y enfermedades (Souri *et al.*, 2021, Cassel *et al.*, 2023). Por su parte, el zinc es un micronutriente fundamental en procesos enzimáticos y metabólicos que influyen en la síntesis de proteínas y la regulación del crecimiento vegetal (Stanton *et al.*, 2022). Sin embargo, a pesar de sus beneficios, el uso de nanopartículas en la agricultura plantea ciertos desafíos, entre ellos la posible toxicidad para las plantas (Singh & Husen, 2020), derivada de su acumulación en los tejidos vegetales (Madanayake & Adassooriya, 2021). Altas concentraciones de nanopartículas de zinc pueden inducir estrés oxidativo, afectando la actividad enzimática y provocando síntomas como clorosis, necrosis y reducción en el crecimiento de las plantas (Rashid *et al.*, 2023). De manera similar, un exceso de silicio puede provocar desequilibrios nutricionales al interferir en la absorción de otros elementos esenciales (Khan *et al.*, 2021). El maíz (*Zea mays*) está reconocido como uno de los cultivos más importantes a nivel mundial gracias a su elevado valor nutritivo y a la amplia diversidad de germoplasma que posee, lo que lo convierte en un alimento esencial y estratégico (Guamán-Guamán *et al.*, 2020). Para mejorar su producción, se emplean grandes cantidades de insumos químicos, cuyo exceso puede generar problemas ambientales y comprometer la sostenibilidad agrícola. Por esta razón, es vital desarrollar nanomateriales que fomenten el crecimiento vegetal, fortalezcan la salud del cultivo y minimicen el impacto ambiental.

Por lo tanto, es esencial evaluar el efecto fitotóxico de las nanopartículas de dióxido de silicio y óxido de zinc en el cultivo de maíz, analizando su influencia en el desarrollo de la planta y determinando los niveles óptimos para un manejo agrícola eficiente, sostenible y ambientalmente responsable.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente estudio se realizó en el área de invernaderos y laboratorio de Química de la Universidad Politécnica de Chiapas, ubicada en Suchiapa, Chiapas, México.

Metodología

Las nanopartículas (NPs) empleadas en este estudio fueron de dióxidos de silicio (SiO_2 -NPs) y óxido de zinc (ZnO -NPs), adquiridas de la empresa Nanjing XFNANO® Materials. Para el establecimiento del cultivo se empleó una semilla híbrida triple de maíz, comercializada por la empresa Reycoll con capacidad de adaptación de 0-2000 msnm. Este híbrido es ampliamente utilizado en la producción agrícola debido a su vigor híbrido y buen desarrollo en distintas partes del estado de Chiapas.

Las semillas se sembraron en bolsas negras de polietileno de 10 kg de sustrato, compuesto por perlita y peat moss en una proporción 50:50. El cultivo se estableció en condiciones controladas de riego y fertilización para garantizar su desarrollo adecuado. El estudio se realizó bajo un diseño completamente aleatorizado, con la aplicación de tres concentraciones de SiO₂-NPs (750, 2000, 6000 ppm) y tres concentraciones de ZnO-NPs (350, 1500, 4500 ppm) y el control al cual solo se aplicó agua; cada tratamiento consto de 10 repeticiones. Las aplicaciones se realizaron mediante aspersión foliar en dos ocasiones, a los 8 y 15 días después de la germinación. Se procuró una distribución uniforme de las nanopartículas para optimizar su absorción y minimizar posibles variaciones de respuesta de las plantas. Para evaluar el efecto de las NPs en el desarrollo del maíz, se evaluaron las variables altura de planta (cm), longitud de raíz (cm), peso seco de planta (gr), contenido de clorofila (SPAD) y nitrógeno (SPAD), evaluadas a los 30 días después de la emergencia de la planta.

Análisis de los datos

Los datos obtenidos se analizaron mediante un diseño completamente aleatorizado. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para detectar diferencias significativas entre tratamientos, seguido de una prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$). El procesamiento y análisis de datos se empleó el software estadístico Statistical Analysis System (SAS, siglas en inglés), versión 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados evidencian que las aplicaciones foliares para ambas nanopartículas no generan efectos fitotóxicos, lo que sugiere que las concentraciones son seguras y pueden favorecer el desarrollo de la planta permitiendo mejorar su vigor. Se obtuvo que las SiO₂NPs (750 y 6000 ppm) promovieron un aumento del 30% en la altura de las plantas en comparación con el control, en el caso de las ZnONPs, el incremento osciló entre el 19 y 23% (Fig. 1a). Esto sugiere que, en términos de estimulación de crecimiento vegetativo, las SiO₂NPs tienen un efecto más pronunciado. La longitud de la raíz mostró una mejora notable, alcanzado un incremento del 40% en las plantas tratadas con SiO₂NPs con 6000 ppm. Sin embargo, se detectó que los tratamientos con ZnONPs a 350 ppm y SiO₂NPs a 750 ppm produjeron aumentos similares, de aproximadamente 17% (Fig. 1b). Este hallazgo indica que el efecto de las nanopartículas sobre el sistema radical es sensible a la concentración. El uso de SiO₂NPs a 2000 ppm y ZnONPs a 4500 ppm resulto en el mayor beneficio para el peso seco del follaje, con un aumento por arriba del 70% en comparación con el control (Fig. 1c). Esto sugiere que, ambas nanopartículas mejoran la acumulación de materia seca.

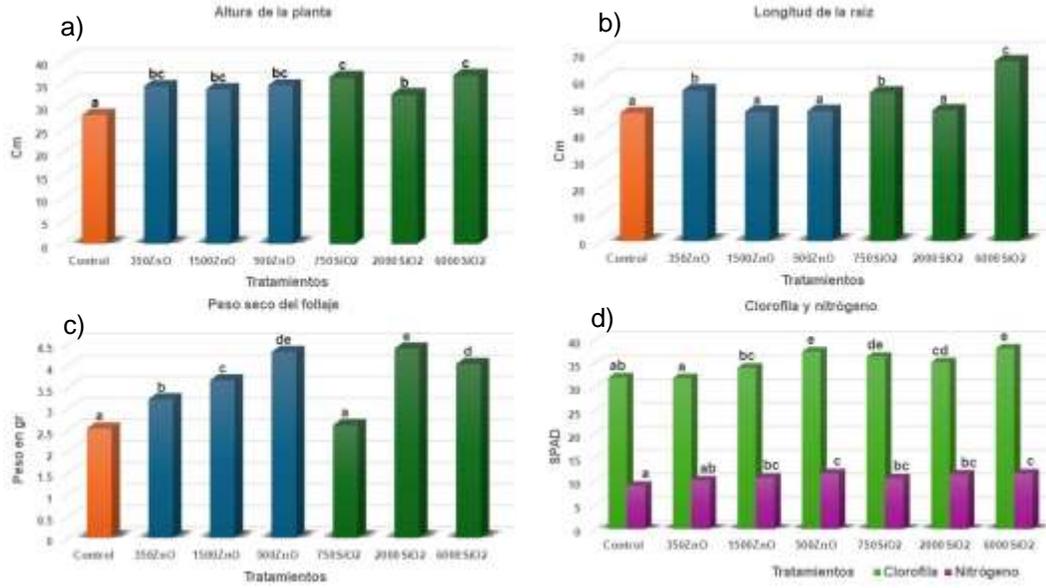


Figura 1. Variables evaluadas en el cultivo de maíz después de 30 días de la emergencia. Literales diferentes indican diferencias entre grupos ($P < 0.05$), prueba de Tukey.

Se registro un aumento de 19 y 17% en el contenido de clorofila en los tratamientos con SiO₂-NPs (6000 ppm) y ZnO-NPs (4500 ppm) respectivamente, lo cual es un indicador importante en la mejora en la capacidad fotosintética de las plantas. Un mayor contenido de clorofila se traduce en una eficiencia fotosintética superior, lo que puede explicar, en parte, el incremento en la biomasa y el vigor observado. El contenido de nitrógeno incremento de 28% en los tratamientos con SiO₂-NPs (6000 ppm) y ZnO-NPs (4500 ppm), en este sentido ambas nanopartículas tienen potencial para mejorar la nutrición nitrogenada (Fig. 1c). Estos hallazgos resaltan el potencial de ambas nanopartículas para mejorar el desarrollo del maíz y su aplicación en la agricultura, con beneficios tanto en el rendimiento como en la sostenibilidad.

CONCLUSIONES

Las nanopartículas de silicio y zinc en el cultivo de maíz se presentan como una estrategia innovadora y sostenible para potenciar tanto la salud del cultivo. En esta investigación se evidencia que la aplicación foliar de ambas nanopartículas mejora de manera significativa los parámetros claves del crecimiento y desarrollo, sin efectos fitotóxicos. Esto abre puertas a nuevas herramientas que permiten fortalecer el maíz adaptando el rendimiento de cada nanopartícula según el objetivo deseado, ya sea en la acumulación de biomasa o el incremento en la eficacia fotosintética. En conjunto, estos hallazgos sugieren que incorporar nanopartículas en las prácticas agronómicas no solo optimiza la absorción y utilización de nutrientes, sino que también fortalece la resistencia del cultivo ante diversos factores de estrés. Por ello, la aplicación foliar de nanopartículas se consolida como una alternativa prometedora para mejorar la productividad y calidad del maíz, ofreciendo una solución eficaz y respetuosa con el medio ambiente en el contexto de la agricultura moderna.

AGRADECIMIENTOS: Agradecemos a la Secretaría de Ciencia, humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) y a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por su apoyo al estudiante.

REFERENCIAS

- Cassel, J. L., Gysi, T., Rother, G. M., Pepper, B. D., Ludwig, R. L., & dos Santos, D. B. (2023). Benefits of the application of silicon in plants. Seven Editora. <https://doi.org/10.56238/tfisdwv1-148>
- Guamán-Guamán, R. N., Desiderio-Vera, T. X., Villavicencio-Abril, Á. F., Ulloa-Cortázar, S. M., & Romero-Salguero, E. J. (2020). Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cuatro híbridos. *Siembra*, 7(2), 47-56. <https://doi.org/10.29166/siembra.v7i2.2196>
- Khan, I., Awan, S. A., Rizwan, M., Ali, S., Hassan, M. J., Brestic, M., Zhang, X. & Huang, L. (2021). Effects of silicon on heavy metal uptake at the soil-plant interphase: A review. *Ecotoxicology and environmental safety*, 222, 112510. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112510>
- Madanayake, N. H., & Adassooriya, N. M. (2021). Phytotoxicity of Nanomaterials in Agriculture. *The Open Biotechnology Journal*, 15(1). <https://doi.org/10.2174/1874070702115010109>
- Rashid, A., Schutte, B. J., Ulery, A., Deyholos, M. K., Sanogo, S., Lehnhoff, E. A., & Beck, L. (2023). Heavy metal contamination in agricultural soil: environmental pollutants affecting crop health. *Agronomy*, 13(6), 1521. <https://doi.org/10.3390/agronomy13061521>
- Singh, S., & Husen, A. (2020). Behavior of agricultural crops in relation to nanomaterials under adverse environmental conditions. In *Nanomaterials for agriculture and forestry applications* (pp. 219-256). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817852-2.00009-3>
- Stanton, C., Sanders, D., Krämer, U., & Podar, D. (2022). Zinc in plants: Integrating homeostasis and biofortification. *Molecular Plant*, 15(1), 65-85. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2021.12.008>
- Souri, Z., Khanna, K., Karimi, N., & Ahmad, P. (2021). Silicon and plants: current knowledge and future prospects. *Journal of Plant Growth Regulation*, 40, 906-925. <https://doi.org/10.1007/s00344-020-10172-7>

**EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO PRODUCTIVO Y ECONÓMICO DE
BECERROS POSDESTETE EN TRES SISTEMAS PASTORILES**
**Humberto Galiz Barco¹, Mario Alberto Santiago Ortega², Joel Ventura Ríos¹
Francisco Antonio Cigarroa Vazquez³, Mario A. Vega Loera^{4*}**

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

²Centro de Desarrollo Tecnológico "Tantakin" km 4.5 Carretera Tzucacab – Escondido Tzucacab, C.P. 97960, Yucatán, México.

³Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa, Universidad Autónoma de Chiapas, Carretera Chicoasén Malpaso Km. 24.3, San Miguel El cocal, C.P. 29625, Copainalá, Chiapas, México.

⁴Sitio Experimental Costa de Jalisco. Km. 204, Carretera Guadalajara-Barra de Navidad, La Huerta, Jalisco, México.

*Autor de correspondencia: saomar87@gmail.com

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el desempeño productivo de becerros posdestete y la rentabilidad de tres sistemas pastoriles. El estudio se realizó en el estado de Yucatán, México, durante los meses de septiembre a diciembre del 2023. El Tratamiento 1 estuvo formado por 8 becerros en praderas de gramíneas. El Tratamiento 2 por 9 becerros en un sistema silvopastoril intensivo, y el tratamiento 3 por 9 becerros en praderas de gramíneas y suplementados con 1.0 % de maíz molido con base en su peso vivo. La ganancia diaria de peso y la rentabilidad fue mayor en los animales alimentados en el sistema silvopastoril intensivo (T2), ya que en promedio superaron en 187 % (equivalente a 452 g d⁻¹) a los animales alimentados en el monocultivo de gramíneas (T1). Los becerros alimentados en sistema silvopastoril intensivo mostraron mejor desempeño en la GDP y mayor rentabilidad.

Palabras clave:

Pastoreo, sistemas silvopastoriles intensivos, ganancia de peso, sostenibilidad, nutrición en pastoreo.

EVALUATION OF THE PRODUCTIVE AND ECONOMIC PERFORMANCE OF POST-WEANING CALVES IN THREE PASTORAL SYSTEMS

Abstract

The objective of this work was to evaluate the productive performance of post-weaning calves and the profitability of three grazing systems. The study was carried out in the state of Yucatan, Mexico, during the months of September to December 2023. treatment 1 consisted of 8 calves grazing grasses. Treatment 2 consisted of 9 calves in an intensive silvopastoral systems, and treatment 3 consisted of 9 calves grazing grasses and supplemented with 1.0% ground corn based on their live weight. Daily weight gain and profitability were higher in animals fed in the intensive silvopastoral systems (T2), since on average they exceeded by 187% (equivalent to 452 g d⁻¹) the animals fed in the grass monoculture (T1). Calves fed in an intensive silvopastoral system showed better performance in GDP and higher profitability.

Keywords: Grazing, silvopastoral systems, weight gain, sustainability, nutrition in grazing.

INTRODUCCIÓN

La globalización de la economía induce a la agricultura a ser cada vez más eficiente y competitiva, por lo que fallas en el manejo de las pasturas pueden ser determinantes en el éxito o fracaso de la ganadería bovina de carne (Dubeux Jr. *et al.*, 2017). El pastoreo es el medio por el cual los rumiantes obtienen los nutrientes necesarios para el mantenimiento y producción de carne y/o leche. En este sentido, la estructura de los sistemas pastoriles determina el tiempo necesario que ocupa el rumiante para satisfacer los requerimientos nutricionales y alcanzar altos desempeños productivos. Los sistemas silvopastoriles intensivos mejoran la productividad por unidad de superficie al incrementar la calidad de los forrajes, mejorar el reciclaje de nutrientes y disminuir la estacionalidad de la oferta forrajera. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la ganancia de peso de becerros posdestete y la rentabilidad de tres sistemas pastoriles.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en las instalaciones del Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT) Tantakin propiedad de Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura (FIRA), ubicado en el municipio de Tzucacab localizado en la región sur del estado de Yucatán, (19° 38' y 20° 09' LN y 88° 59' y 89° 14' LO); a 36 msnm. La zona presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y un porcentaje de lluvia invernal menor a 5. La vegetación es de tipo selva mediana subperennifolia (García, 2004). En la localidad se concentra un rango anual de precipitación entre 1000-1200 mm. La vegetación es de tipo selva mediana subperennifolia, desarrollada sobre suelo calizo y cubriendo un 60% del territorio de la Península, aunque solo ocupa una pequeña porción del estado de Yucatán (Flores y Espejel, 1994).

Metodología

La evaluación inicio el 27 de septiembre y culminó el 26 de diciembre de 2023. Se utilizaron 26 bovinos cruzados (brangus x brahman) de 7-8 meses de edad con un peso vivo de 212± 24 kg., los cuales se asignaron de manera aleatoria a cada tratamiento. Todos los animales tuvieron agua *ad libitum* y fueron suplementados de manera diaria con 40 g de minerales orales (Beefmix Mix®; Biotecap). Todos los animales se pesaron cada 15 días para ver el comportamiento de peso vivo (PV) y calcular la ganancia diaria de peso (GDP).

Animales y sistemas pastoriles

Se utilizaron 12 ha en total divididas en 15 potreros con un área de 0.8 ha cada potrero. El sistema de pastoreo utilizado fue rotacional con periodos de ocupación de 2 días. Se formaron tres grupos de animales para cada sistema pastoril. El tratamiento 1 estuvo formado por 5 hembras y 3 machos con un peso promedio de 212 kg de peso vivo, los bovinos pastorearon en 4 hectáreas de monocultivo de pastos Mombasa (*Megathyrus maximus* cv. Mombasa) y Mestizo blend (*Urocloa* híbridos CIAT 36087, CIAT BR02/0465, CIAT BR02/1794). El tratamiento 2 estuvo formado por 6 hembras y 3 machos con un peso promedio de 221 kg de peso vivo, los bovinos pastorearon en 4 hectáreas de un sistema silvopastoril intensivo compuesto por una asociación de leucaena (*Leucaena leucocephala*) y pasto Zuri (*Megathyrus maximus* cv. Zuri) y Miyagui (*Megathyrus maximus* cv. Miyagui). El diseño

del sistema tuvo una distancia entre 1.5–1.6 m entre hileras y 0.2–0.4 m entre plantas de leucaena, lo que proporciona densidades de 22,000 plantas/ha. El tratamiento 3 estuvo formado por 6 hembras y 3 machos con un peso promedio de 202 kg de peso vivo, los bovinos pastorearon en 4 hectáreas de monocultivo de pastos Mombasa (*Megathyrsus maximus* cv. Mombasa) y Mestizo blend (*Urocloa* híbridos CIAT 36087, CIAT BR02/0465, CIAT BR02/1794) con una suplementación diaria del 1.0 % de maíz molido con base en su peso vivo, ajustando la cantidad de suplemento cada 15 días.

Análisis de los datos

Se probó el efecto de los sistemas pastoriles en las variables GDP y PV mediante un análisis de varianza. Las medias fueron comparadas mediante una prueba de Tukey, usando el paquete estadístico SAS (2019).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestran los resultados de la ganancia diaria de peso y producción de carne en los tres sistemas pastoriles, la ganancia diaria de peso fue mayor en los animales que pastorearon en el sistema silvopastoril intensivo (T2), ya que en promedio superaron en 187 % (equivalente a 452 g d^{-1}) a los animales que pastorearon el monocultivo de gramíneas (T1). Mahecha *et al.* (2012) reportaron una ganancia diaria de peso de 690 g d^{-1} en un sistema silvopastoril intensivo con densidades de leucaena por encima de los 10 000 arbustos ha^{-1} y pasto *C. plectostachyus*. Por consecuencia, el comportamiento en el peso vivo tuvo la misma tendencia, donde el tratamiento 2 superó en promedio en 21 % (equivalente a 50 kg de P.V.) al tratamiento 1, lo cual tiene nos indica una mayor eficiencia en el uso de los recursos suelo y agua. Por su parte, en un sistema silvopastoril intensivo en Colombia, Gaviria *et al.* (2012) reportaron 609 y 827 kg carne $\text{ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, similar a lo encontrado en el presente trabajo. La producción de carne en el sistema silvopastoril incrementó 2.8 veces la producción de carne por hectárea en comparación con el monocultivo de pasto.

Cuadro 1. Ganancia diaria de peso de becerros y producción de carne en tres sistemas pastoriles.

Variables	Pastoreo (T1)	Silvopastoril (T2)	Suplementación 1 % (T3)
Ganancia diaria de peso ($\text{g}^{-1} \text{ animal}^{-1} \text{ día}$)	241 ^b ±101	693 ^a ±100	666 ^a ±113
Peso vivo inicial (kg)	212	222	203
Peso vivo final (kg)	234	284	263
Producción de carne ($\text{kg carne ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$)	195	561	539

Literales diferentes indican diferencias entre grupos ($P < 0.05$), prueba de Tukey.

La rentabilidad mejora con el uso del sistema silvopastoril intensivo, el tratamiento 2 fue similar estadísticamente en la ganancia diaria de peso que el tratamiento 3; sin embargo, la utilidad por ciclo disminuye en el tratamiento 3 debido a la compra de insumos externos para la alimentación animal (Cuadro 2). Los animales que únicamente recibieron minerales y se desarrollaron en un monocultivo de pasto, mostraron la menor utilidad por ciclo.

Cuadro 2. Rentabilidad del desarrollo de becerros en tres sistemas pastoriles.

Variables	Pastoreo (T1)	Silvopastoril (T2)	Suplementación 1 % (T3)
Costo de suplementación (\$/ciclo) ^{/1}	907	907	15 732
Ingreso (\$/ciclo) ^{/2}	8588	25,960	23,716
Utilidad (\$/ciclo)	7651	25,053	7984

^{/1} Costo de minerales orales y maíz molido.

^{/2} Precio de venta: \$44 kg

CONCLUSIONES

Se observó que tanto la ganancia diaria de peso, producción de carne por unidad de superficie y rentabilidad fueron mayores en el sistema silvopastoril intensivo, comparado con las praderas tradicionales en monocultivo y en un sistema de suplementación alimenticia a razón del 1 %. La implementación de sistemas silvopastoriles intensivos forma parte de las estrategias para lograr la intensificación sostenible de la ganadería, ya que incrementan la productividad vegetal y animal mejorando las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, aumentan el reciclaje de nutrientes y la biodiversidad, además de mejorar el bienestar animal.

REFERENCIAS

- Dubeux Jr, JCB, Sollenberger JCB, Muir JP, Tedeschi LO, Dos Santos MV, da Cunha MV, Dilorenzo N. (2017). Sustainable intensification of livestock production on pastures. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 25:3-4.
- Flores, J.S. y Espejel, I. (1994). Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense*, Fascículo 3. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.
- García E. (1988). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. Instituto de Geografía, UNAM. México. 217 p.
- Gaviria, Xiomara; Sossa, C. P.; Chará, J.; Barahona-Rosales, R.; Lopera, J. J. & Córdoba, C. P. (2012). Producción de carne bovina en sistemas silvopastoriles intensivos en el trópico bajo colombiano. *Memorias VII Congreso Latinoamericano de sistemas agroforestales para la producción animal sostenible*. Belém do Pará, Brasil. p. 661-665.
- Mahecha, Liliana; Corral, Gabriela; Murgueitio, María M.; Sánchez, C.; Ángulo, J.; Olivera, Martha *et al.* Calidad de carne SSPi en Colombia y México. (2012). *Carta Fedegan*. 129:60-65. <http://es.slideshare.net/Fedegan/carta-fedegan-129>.
- SAS, Institute. (2019). *SAS/STAT User's Guide*. Release 9.3. SAS Institute Inc., Cary, NC.

MARCO MULTICRITERIO PARA LA EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD EN UMA INTENSIVAS DE IGUANA VERDE (*Iguana iguana*)

Carlos Tejeda-Cruz.^{1*}, Iris Judith Fuentes-Olivares², Gerardo Uriel Bautista Trujillo³, Sergio Ignacio Torres-Solís¹.

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Carretera Terán E. Zapata km 8. Col. Terán, 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México

²Maestría en Ciencias en Desarrollo Sustentable y Gestión de Riesgos, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), Libramiento Norte Poniente 1150, Ciudad Universitaria, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

³Instituto de Investigación de Plantas Medicinales Chiapanecas. Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Carretera Terán E. Zapata km 8. Col. Terán, 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

*Autor de correspondencia: tejedac@unach.mx

Resumen

Se diseñó un marco de evaluación multicriterio para evaluar la sustentabilidad de UMA intensivas que fue aplicado a tres UMA intensivas de fauna silvestre para iguana verde en la Depresión Central Chiapaneca para probar su eficacia como herramienta de evaluación y para conocer la situación actual de estas unidades. El método contempló la caracterización de las UMA, la aplicación del marco multicriterio y la obtención de un listado de puntos críticos que expuso sus fortalezas y debilidades. Los resultados obtenidos se expresan en valores cuantitativos mostrando los mejores niveles de desempeño en el área social y para el atributo de productividad; mientras que los niveles más bajos en las áreas económica y ambiental, y para el atributo de equidad. Las UMA intensiva evaluadas como estrategia de conservación muestran niveles de desempeño en lo general Muy Satisfactorios y Satisfactorio, pero se enfrentan a obstáculos principalmente económicos.

Palabras clave:
fauna silvestre,
conservación de la
biodiversidad,
manejo de
recursos naturales.

MULTICRITERIA FRAMEWORK FOR SUSTAINABILITY EVALUATION IN GREEN IGUANA (*Iguana iguana*) INTENSIVE UMA. Abstract

A multicriteria evaluation framework was designed to assess the sustainability of intensive Wildlife Management Units (UMA), which was applied to three intensive UMAs for green iguana in the Central Chiapaneca Depression to test its effectiveness as an evaluation tool and to understand the current situation of these units. The method included the characterization of the UMAs, the application of the multicriteria framework, and the generation of a list of critical points that highlighted their strengths and weaknesses. The results obtained are expressed in quantitative values, showing the best performance levels in the social area and for the productivity attribute, while the lowest levels were found in the economic and environmental areas, and for the equity attribute. The evaluated intensive UMAs as a conservation strategy show overall performance levels of Very Satisfactory and Satisfactory, but they face obstacles mainly of an economic nature.

Keywords:
Wildlife,
biodiversity
conservation, natural
resources
management

INTRODUCCIÓN

La Ley General de Vida Silvestre (2021) establece que las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) son el instrumento combinado para el manejo de especies y ecosistemas, y a su vez, para fomentar oportunidades de desarrollo local a partir de esos recursos naturales (CONABIO, 2012). Existen dos modalidades de UMA contrastantes: por un lado, las de vida libre que implica el manejo de poblaciones y su hábitat sin imponer límite alguno su movimiento, establecer tasas de aprovechamiento y acciones de monitoreo de las poblaciones bajo aprovechamiento; por otro lado, están las UMA intensivas que se refieren a aquellas en las que los ejemplares a ser aprovechados se encuentran confinados bajo cuidado humano con un enfoque de manejo zootécnico (LGVS, 2021).

Este modelo de gestión ha tenido un desarrollo desigual en las diferentes regiones del país que se refleja en que, los casos de éxito de UMA en el sureste son pocos en comparación a los de la región norte del país (Gallina *et al.*, 2009), por ello, es importante su evaluación para entender las causas de éxito y fracaso en el manejo de estas unidades.

En este sentido, se planteó el objetivo general de diseñar y aplicar un marco de evaluación multicriterio para evaluar la sustentabilidad de tres UMA intensivas Iguana verde (*Iguana iguana*) en la Depresión Central de Chiapas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Se eligieron tres UMA de iguana verde ubicadas en la depresión central de Chiapas:

- La Huella, ubicada en el Camino a la Casona, Ejido Pedro Méndez del Municipio de Chiapa de Corzo en las coordenadas 16° 38' 43" N y 93° 02' 20" W a 529 msnm.
- Campo Real, ubicada en el ejido Nueva Villa Hermosa del municipio de Acala en las coordenadas 16° 32' 28" N y 92° 54' 44" W a 507 msnm.
- San Joaquín ubicada en Carretera Tuxtla Gutiérrez - La Angostura Km. 29+000, municipio de Emiliano Zapata, en las coordenadas 16° 34' 39" N y 92° 52' 05" W a 412 msnm.

Métodos

Se adaptó metodología del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (Mesmis) (Masera *et al.*, 2000), mismo que se sustenta en tres áreas: económica, social y ambiental; y cinco atributos generales: 1) productividad; 2) estabilidad, resiliencia y confiabilidad; 3) adaptabilidad; 4) equidad; y, 5) autodependencia y autogestión.

El proceso consistió en la definición del objeto de evaluación, determinación de los criterios de diagnóstico, selección de los indicadores, selección de los verificadores para cada indicador, establecimiento de las métricas para cada verificador derivados de la revisión bibliográfica y determinación del método de obtención de información.

Se definieron quince criterios de diagnóstico, cada criterio es descrito por un conjunto de indicadores que en total sumaron treinta y dos. A su vez cada indicador tiene asignados diferentes verificadores que adjuntaron un total de cincuenta y siete.

Análisis de los datos

Para cada verificador se utilizó una escala del uno al cinco para asignar un valor cuantitativo a la métrica evaluada en una escala del uno al cinco siendo el cinco el valor o escenario óptimo (según la literatura revisada) y el uno el valor o escenario no deseado, de esta manera la suma de todos los verificadores con un puntaje de 5 nos brinda el valor máximo posible (100%) lo que nos permitió compararlo con los valores observados en cada una de las UMA evaluadas. Los porcentajes obtenidos fueron clasificados en niveles de desempeño de acuerdo a los siguientes rangos: 0-20% = Insatisfactorio, 21-40% = Poco satisfactorio, 41-60% = Satisfactorio, 61-80% = Muy Satisfactorio y 81-100% = Sobresaliente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dos de las UMA; La huella y San Joaquín alcanzaron niveles de desempeño satisfactorios con porcentajes de 76.1% y 74.5% respectivamente, mientras que la UMA Campo Real alcanzó un porcentaje de 52.9 (desempeño satisfactorio).

El Cuadro uno muestra los porcentajes alcanzados por cada una de las áreas de la sustentabilidad, siendo el área mejor evaluada la social con niveles de desempeño sobresaliente y Muy satisfactorio.

Cuadro 1.- Nivel de desempeño alcanzado por área de evaluación por UMA

Área	Nivel de desempeño alcanzado					
	UMA La huella		UMA Campo real		UMA San Joaquín	
Económica	4	Muy satisfactorio	3	Satisfactorio	4	Muy satisfactorio
Social	5	Sobresaliente	4	Muy satisfactorio	4	Muy satisfactorio
Ambiental	4	Muy satisfactorio	3	Satisfactorio	4	Muy satisfactorio

Los resultados de la evaluación por atributos de la sustentabilidad para estas UMA se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2.- Nivel de desempeño y porcentajes por atributo de sustentabilidad por UMA

Atributo	UMA La Huella		Campo Real		San Joaquín	
	Nivel	%	Nivel	%	Nivel	%
Productividad	5	82.8	3	46.4	4	77.8
Estabilidad, resiliencia, confiabilidad	4	75.4	3	59.0	4	76.3
Adaptabilidad	5	86.6	2	33.3	4	66.6
Equidad	4	73.3	2	40.0	4	80
Autodependencia/ autogestión	4	66.6	3	60	4	68.5

CONCLUSIONES

- La metodología presentada permitió evaluar las UMA intensivas de iguana verde (*Iguana iguana*) con parámetros definidos para esta especie; es posible adaptar el marco a otras especies modificando los parámetros pertinentes a la especie.
- Dos de las UMA; La huella y San Joaquín alcanzaron niveles de desempeño Muy Satisfactorios, mientras que Campo Real alcanzó un desempeño Satisfactorio.
- Las UMA evaluadas muestran mejores niveles de desempeño en el área social y el atributo de productividad; y, las puntuaciones más bajas en las áreas económica y ambiental con el atributo de equidad.

FINANCIAMIENTO

Proyecto “Evaluación de la unidad de manejo para la conservación de vida silvestre (UMA) como política de conservación nacional” (PN-2016/4106) financiada por el CONACYT en la Convocatoria de Proyectos de Desarrollo Científico para Atender Problemas Nacionales 2016.

AGRADECIMIENTOS

A los dueños y personal de las UMA, por su disposición, la facilidad de acceso a la información y a las UMA.

CONFLICTO DE INTERESES

No aplica

REFERENCIAS

- CONABIO. (2012). Proyecto de Evaluación de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) (1997-2008). Resultados de la Fase I: Gestión y Administración. Proyectos CONABIO: HV003, HV004, HV007, HV012 y HV019. México.
- Gallina Tessaro, S., Hernández- Huerta, A., González- Gallina, C. y Delfín- Alfonso, A., (2009). Unidades para la Conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la Vida Silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento. Investigación Ambiental. 1, 143-152.
- LGVS. (2021). Ley General de Vida Silvestre. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_200521.pdf
- Masera, O., M Astier y S. López-Ridaura. (2000). Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. Marco de evaluación MESMIS. Mundi- Prensa, Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiable. Instituto Nacional de Ecología, UNAM. México.

ESTIMACIÓN DE LA EMISIÓN DE METANO ENTÉRICO EN VACAS LACTANTES BAJO SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL

Joel Galvez-Luis.¹, Felipe López-González², Carlos Manuel Arriaga-Jordán², Gilberto Yong-Ángel¹, Patricia Macias-Farrera¹, Maria Danaee Celis-Alvarez², Horacio León Velasco

1Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas, 2Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto Literario No. 100, colonia Centro, Toluca, México, C. P. 50000* Corresponding autor: galvezluisjoel@gmail.com

Resumen

Los bovinos en pastoreo consumen alta fibra, lo que incrementa la producción de metano. Los sistemas silvopastoriles (SSP) son una alternativa sustentable para reducir estas emisiones. Este estudio evaluó el metano entérico en vacas lactantes bajo SSP con tres tipos de suplementación energética, usando el modelo de Moraes *et al.* (2014) y un diseño de cuadrado latino 4x4. La suplementación con melaza (TM) redujo significativamente las emisiones de metano en comparación con el concentrado (TC). Se concluye que TM es una estrategia viable para disminuir las emisiones de metano en vacas lecheras en SSP..

Palabras clave:
Ganadería bovina
metano entérico,
silvopastoril.

Estimation of Enteric Methane Emissions in Lactating Cows Under Energy Supplementation in a Silvopastoral System Abstract

Grazing cattle consume high fiber, which increases methane production. Silvopastoral systems (SSP) are a sustainable alternative to reducing these emissions. This study evaluated enteric methane in lactating cows under SSP with three types of energy supplementation, using the model by Moraes *et al.* (2014) and a 4x4 Latin square design. Molasses supplementation (TM) significantly reduced methane emissions compared to concentrate (TC). It is concluded that TM is a viable strategy to decrease methane emissions in dairy cows under SSP..

Keywords: minimum
Bovine Livestock
Production, Enteric
Methane Emissions,
and Silvopastoral
Systems .

INTRODUCCIÓN

Los sistemas silvopastoriles (SSP) representan una estrategia sustentable para la ganadería bovina en regiones tropicales y subtropicales, combinando gramíneas con árboles forrajeros como *Guazuma ulmifolia*, *Prosopis juliflora*, *Albizia lebakkoides* y *Leucaena leucocephala*. La alimentación basada en forrajes de alta fibra en el rumen genera metano (CH₄) a través de la fermentación microbiana, lo que implica una pérdida de energía y un impacto ambiental significativo (Casanova-Lugo *et al.*, 2016; Benaouda *et al.*, 2019). Se ha demostrado que los compuestos bioactivos de las plantas, como fenoles, taninos y saponinas, tienen efectos antimicrobianos y enzimáticos que reducen la producción de CH₄ (Ku Vera, 2019).

Los SSP no solo contribuyen a la mitigación de gases de efecto invernadero (GEI), sino que también favorecen el secuestro de carbono, la biodiversidad y la conservación del suelo,

alineándose con las tendencias mundiales hacia una ganadería más sostenible (Carrillo-Hernández *et al.*, 2021; Beauchemin *et al.*, 2022). La cuantificación de CH₄ se realiza mediante modelos predictivos que incluyen variables como la ingesta de energía, la fibra dietética y el peso corporal (Moraes *et al.*, 2014), además de considerar el consumo de materia seca y la producción de leche (Kirchgessner *et al.*, 1995; Ellis *et al.*, 2007). Este estudio tiene como objetivo estimar la producción de CH₄ en vacas lecheras bajo SSP, contribuyendo al desarrollo de estrategias para reducir las emisiones de metano y mejorar la eficiencia productiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos para estimar la producción de metano, fueron publicados por Gálvez-Luis, et al (2023) ,

En el que se evaluaron diferentes concentrados energéticos y su influencia en la asimilación del nitrógeno, la cantidad de leche producida y sus características nutricionales.

Los resultados demostraron que la suplementación energética tiene un efecto significativo en la eficiencia del aprovechamiento del nitrógeno dietético, además de mejorar la producción y calidad de la leche en este sistema de producción.

La estimación de la energía metabolizable (ME) de los alimentos se realizó utilizando la fórmula propuesta por CSIRO (2007):

ME= 0.172 IVDDM (%) – 1.707 de donde: ME= energía metabolizable, IVDDM= Digestibilidad in vitro de la materia seca.

Metodología

La producción diaria de metano (CH₄ g/d) en las vacas fue estimada mediante el Modelo Integrado de Fermentación Ruminal (IRFM) desarrollado por Moraes *et al.* (2014). Este modelo ha sido ampliamente utilizado y referenciado por organismos internacionales como la FAO, empresas del sector ganadero (Alltech, 2018), así como investigadores e instituciones universitarias (IRTA, 2018).

El IRFM considera múltiples variables para estimar la producción de metano, incluyendo la proporción de forrajes y suplementos en la dieta, el valor energético de los alimentos, el consumo de materia seca (CMS), el peso vivo (PV), la producción de leche (PL) y los factores de emisión. La ecuación utilizada en este estudio fue la siguiente:

$$\text{CH}_4(\text{g/d}) = -9.311 + 0.042 \times \text{CEB} + 0.094 \times \text{FDN} - 0.381 \times \text{EE} + 0.008 \times \text{PV} + 1.621 \times \text{GL}$$

Donde: CEB: consumo de energía bruta; FDN: fibra detergente neutro; EE: extracto etéreo; PV: peso vivo; GL: grasa láctea.

Con este modelo se estimó las variables de producción de CH₄ g/vaca/día y CH₄ g/kg de leche producido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1, se observaron diferencias altamente significativas (P<0.05) en la producción de CH₄ entre los tratamientos evaluados. El tratamiento TM presentó la menor emisión de CH₄, con una reducción del 15.37% en comparación con el tratamiento TC.

Cuadro 1. Estimaciones de emisión de metano (CH₄) con diferentes tratamientos.

Variable	Tratamiento				Valor de P	EE
	TM	TS	TP	TC		
CH ₄ g/vaca/día	195.22 c	223.86 b	228.37 a	230.67 a	0.000	0.844
CH ₄ g/kg L	25.65 b	29.47 ab	32.45 a	30.73 a	0.001	1.054
CH ₄ LCG4%	42.24 b	45.38 ab	51.42 a	46.72 ab	0.054	2.190
CH ₄ /CMS	22.54 b	26.72 a	25.61 ab	27.21 a	0.002	0.848
CH ₄ %GEI	6.81 c	7.89 b	7.99 ab	8.09 a	0.000	0.046

Kg L, kilogramo de leche; LCG4%, leche corregida por grasa a 4%; CMS, consumo de materia seca; %GEI, porcentaje del consumo de energía total; TM, tratamiento con melaza; TS, tratamiento con sorgo; TP, tratamiento con precursores gluconeogénicos; TC, tratamiento control; EE, error estadístico.

La emisión de metano (CH₄) en vacas lecheras presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos (P<0.05). El tratamiento con melaza (TM) mostró una reducción del 15.37% en comparación con el concentrado (TC). En términos de CH₄ por kilogramo de leche producida, TM emitió 16.53% menos que TC, mientras que entre TS, TP y TC no hubo diferencias significativas (P>0.05).

Para la leche corregida por grasa al 4%, no se observaron diferencias significativas (P>0.05) entre los tratamientos, aunque TM y TP mostraron una tendencia con 17.85% menos emisiones en comparación con los otros tratamientos. Respecto a CH₄ por kilogramo de materia seca consumida (CH₄/kg CMS), TM redujo las emisiones en un 17.15% respecto a TC (P<0.05). Finalmente, en la fracción CH₄/GEI, TM presentó el valor más bajo, con una reducción del 15.86% en comparación con TC (P<0.01).

Estos resultados difieren de los reportados por Montenegro-Ballestero *et al.* (2020), Cardona-Iglesias *et al.* (2019) y Castelán-Ortega *et al.* (2014), quienes estimaron valores más altos bajo diferentes estrategias de alimentación. La menor producción láctea en este estudio podría explicar las diferencias con los valores de CH₄/kg L reportados por Montenegro-Ballestero *et al.* (2020) y Noguera y Posada (2020). Según Beltrán-Santoyo *et al.* (2016), mejorar la eficiencia productiva de las vacas puede reducir la intensidad de emisión de metano en sistemas ganaderos.

CONCLUSIONES

La suplementación con melaza (TM) en vacas lecheras bajo sistemas silvopastoriles redujo significativamente la emisión de CH₄, disminuyendo hasta un 15.86% en la fracción CH₄/GEI. TM también mostró la menor emisión por kilogramo de leche producida, lo que la posiciona como una estrategia viable para mitigar gases de efecto invernadero en la ganadería tropical. La calidad del forraje y el tipo de suplemento influyen en la fermentación ruminal y la producción de metano. Implementar estrategias nutricionales adecuadas puede mejorar la eficiencia energética y la sostenibilidad de los sistemas ganaderos, favoreciendo su viabilidad ambiental y económica.

REFERENCIAS

Alltech. (2018). Informe sobre emisiones en la ganadería.

- Beauchemin, K.A., Kreuzer, M., O'Mara, F., & McAllister, T.A. (2022). Reducing methane emissions from ruminant livestock: Best management strategies. *Animal Production Science*, 62(1), 1-20.
- Benaouda, M., Boufennara, S., *et al.* (2019). Effects of tannin-rich feeds on enteric methane emissions and ruminant nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, 251, 11-21.
- Beltrán-Santoyo, M., *et al.* (2016). Estrategias para la reducción de metano en la ganadería. *Revista Agropecuaria*, 12(2), 45-53.
- Cardona-Iglesias, J., *et al.* (2019). Estimación de emisiones de metano en bovinos en sistemas tropicales. *Journal of Animal Science*, 98(4), 876-885.
- Carrillo-Hernández, J., *et al.* (2021). Impacto de los sistemas silvopastoriles en la reducción de GEI. *Revista de Producción Animal Sostenible*, 15(3), 290-305.
- Casanova-Lugo, F., *et al.* (2016). Silvopastoral systems as a mitigation strategy for enteric methane. *Tropical Animal Science*, 9(1), 34-50.
- Castelán-Ortega, O.A., *et al.* (2014). Evaluación de estrategias de alimentación en bovinos y su impacto en emisiones de metano. *Agricultural Systems*, 125, 75-85.
- Contreras-Santos, J., *et al.* (2021). Métodos de reducción de metano en rumiantes. *Revista Agropecuaria Internacional*, 19(1), 23-40.
- CSIRO. (2007). *Energy metabolism in livestock: Methods and Applications*. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation Report.
- Ellis, J.L., Bannink, A., France, J., Kebreab, E., & Dijkstra, J. (2007). Evaluation of different models to predict methane production in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90(2), 507-519.
- Gálvez-Luis, J., *et al.* (2023). Evaluación de la suplementación energética en vacas en sistemas silvopastoriles. *Congreso Internacional de Ciencias Agronómicas y Veterinarias*.
- IRTA. (2018). *Innovación en alimentación animal y su impacto ambiental*. Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria Report.
- Kirchgeßner, M., Windisch, W., & Müller, H.L. (1991). Methane production in dairy cows. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 66, 1-8.
- Kirchgeßner, M., Windisch, W., & Müller, H.L. (1995). Energy losses in dairy cows due to methane production. *Animal Feed Science and Technology*, 60(3-4), 223-237.
- Ku Vera, J.C. (2019). Efectos de metabolitos secundarios en la reducción de metano entérico. *Revista de Zootecnia Tropical*, 36(4), 310-325.
- Miles, J., & Holt, C. (2003). Modeling energy use and greenhouse gas emissions in livestock production. *Journal of Environmental Management*, 65(1), 45-60.
- Montenegro-Ballester, J., *et al.* (2020). Emisión de metano en sistemas de producción bovina. *Agroecología y Medio Ambiente*, 14(2), 200-215.
- Moraes, L.E., Fadel, J.G., Castillo, A.R., Casper, D.P., & Tricarico, J.M. (2014). Predicting enteric methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*, 92(10), 4239-4251.
- Murgueitio, E., *et al.* (2014). Silvopastoral systems as a solution to climate change. *Livestock Science*, 168, 123-133.
- Noguera, R., & Posada, J. (2020). Producción de metano en ganado lechero y estrategias de mitigación. *Veterinaria y Zootecnia*, 12(3), 95-110.
- Ramírez-Avilés, L., *et al.* (2019). Reducción de emisiones de metano en sistemas bovinos mediante suplementación estratégica. *Tropical Animal Science*, 13(1), 150-165.
- Rivera, J., *et al.* (2021). Impacto de la suplementación nutricional en la emisión de metano. *Revista Latinoamericana de Ganadería*, 20(2), 87-102.
- Sandoval-Pelcatre, M., *et al.* (2020). Efecto de la alimentación en la reducción de metano en rumiantes. *Revista de Producción Animal Tropical*, 14(4), 233-247.
- Tigmasa Paredes, A. (2022). Estrategias de mitigación de metano en rumiantes. *Revista Científica Agropecuaria*, 18(1), 105-120.
- Vázquez-Carrillo, C., *et al.* (2020). Evaluación del impacto ambiental de los sistemas ganaderos. *Revista Internacional de Producción Animal*, 26(1), 34-50.

FERMENTACIÓN Y DIGESTIBILIDAD RUMINAL *IN VITRO* DE NIVELES DE INCLUSIÓN DE SARGAZO (*Sargassum spp.*) EN DIETAS A BASE DE *Pennisetum purpureum*

Abel Peña-Cruz¹[ID](#), Esaú de Jesús Pérez-Luna^{1*}[ID](#), Samuel Albores-Morenos²[ID](#) y María Guadalupe Pérez-Escobar²[ID](#)

¹Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agronómicas. Campus V. Carretera Villaflores-Ocozocoautla km. 84.5. C.P. 30470, Chiapas, México.

²El Colegio de la Frontera Sur. Departamento de Agricultura, Sociedad y ambiente, Ganadería Sustentable y Cambio Climático. Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n. C.P. 29290. Barrio de María Auxiliadora, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. *Autor de correspondencia: Esaú de Jesús Pérez Luna. Email: eperezl@unach.mx

Resumen

El estudio evaluó el impacto de la inclusión de *Sargassum spp.* en dietas basadas en *Pennisetum purpureum* sobre la fermentación ruminal y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca. Se formularon cuatro dietas con niveles de inclusión de 0, 15, 30 y 45 % de *Sargassum spp.*, incubadas con inóculo ruminal para medir la producción de gas. Los resultados mostraron que la inclusión de *Sargassum spp.* afecta la fermentación, reduciendo el volumen máximo (Vm) y las fracciones fermentables totales (FT) a mayores niveles de inclusión (P<0.05). La mayor producción de gas se observó en la dieta sin *Sargassum spp.*, mientras que la menor se presentó en la dieta con 45 % de inclusión. No hubo diferencias significativas en la tasa de fermentación ni en la fase de retraso. El estudio concluye que la inclusión del alga puede contribuir a la reducción de gases, y que un nivel de hasta 15 % no afecta significativamente los parámetros clave de fermentación.

Palabras clave: digestibilidad *in vitro*, inóculo, producción de gas, Sargassum

In vitro ruminal fermentation and digestibility of inclusion levels of *Sargassum (Sargassum spp.)* in diets based on *Pennisetum purpureum*

Abstract

The study evaluated the impact of the inclusion of *Sargassum spp.* in diets based on *Pennisetum purpureum* on ruminal fermentation and *in vitro* dry matter digestibility. Four diets were formulated with inclusion levels of 0, 15, 30 and 45% of *Sargassum spp.*, incubated with ruminal inoculum to measure gas production. The results showed that the inclusion of *Sargassum spp.* affects fermentation, reducing the maximum volume (Vm) and the total fermentable fractions (TF) at higher inclusion levels (P<0.05). The highest gas production was observed in the diet without *Sargassum spp.*, while the lowest was in the diet with 45% inclusion. Here were no significant differences in the fermentation rate or lag phase. The study concludes that the inclusion of algae can contribute to the reduction of gases, and that a level of up to 15% does not significantly affect key fermentation parameters.

Keywords: *in vitro* digestibility, inoculum, gas production, *Sargassum*

INTRODUCCIÓN

Las nuevas tecnologías e innovaciones en la alimentación animal han impulsado la búsqueda de distintos elementos para la formulación de dietas, con el objetivo de mitigar la producción de gases de efecto invernadero. Un ejemplo de ello es el Sargazo (*Sargassum spp.*), del cual se han desarrollado diversos productos que contribuyen a la captura de carbono y, por ende, a la reducción de estos gases. En el ámbito de la ganadería, el *Sargassum spp.* se ha utilizado como forraje, convirtiéndose en una práctica común en varios países europeos (Chapman y Chapman, 1980). Su uso se debe a su alto contenido de minerales esenciales, la ausencia de toxinas y su aporte de carbohidratos, con bajos niveles de proteínas y grasas, lo que mejora la digestibilidad en los animales (Manzano y Rosales, 1989). Además, estudios *in vitro* han demostrado que hasta el 95 % de las proteínas del *Sargassum spp.* puede degradarse en el abomaso, lo que indica que son proteínas de sobrepaso (Lynch *et al.*, 1987). Con base en estos antecedentes, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar los niveles de inclusión de *Sargassum spp.* en dietas a base de *P. purpureum* y su impacto en la fermentación *in vitro* de la materia seca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La presente investigación se realizó en el Colegio de la Frontera Sur Unidad San Cristóbal de las Casas Chiapas; concretamente en los laboratorios de investigación en ganadería, cambio climático y bromatología, en San Cristóbal de las Casas, Chiapas (INEGI, 2020).

Obtención del sustrato

El *Sargassum spp.* fue colectado en la península de Yucatán, México; posteriormente se secó en una estufa de secado con aire forzado a una temperatura de 65°C durante 72 horas. Al finalizar el procedimiento de secado, se procesó en un molino de martillos Wiley, utilizando una criba de un mm de diametro. Del material obtenido, se utilizó 0.5 g de muestra para cada uno de los tratamientos evaluados. Las muestras fueron depositadas en frascos color ámbar siguiendo las indicaciones de la técnica de producción de gas (Menke y Steingass, 1988).

Tratamientos

Se evaluaron cuatro tratamientos con diferentes niveles de inclusión de *Sargassum spp.* (0, 15, 30 y 45 % de *P. purpureum* y *Sargassum spp.*, respectivamente).

Análisis químico

A cada una de las muestras de los tratamientos evaluados, se les determinó su contenido de nitrógeno (N) por combustión en un analizador LECCO CN- 2000 (Serie 3.740; LECCO Corporation); materia orgánica (MO) por la combustión de las muestras en mufla a 600 °C durante 6 h (AOAC, 1990); fibra detergente neutra (FDN); fibra detergente ácida (FDA); hemicelulosa, celulosa, lignina (Van Soest *et al.*, 1991).

Degradación y fermentación *in vitro*

Se empleó la técnica de producción de gas propuesta por Menke y Steingass, (1988) y modificada por Tehodorous *et al.* (1994) con la que se cuantificó el gas producido durante la fermentación *in vitro* de las dietas con diferentes niveles de inclusión de *Sargassum spp.* (15,

30 y 45 %, respectivamente) y heno de *P. purpureum*. En cada tratamiento se colocaron 500 mg de material seco y molido y 90 mL de inóculo ruminal; en frascos ámbar de 125 mL de capacidad. Los frascos se mantuvieron bajo flujo constante de CO₂ y fueron cerrados herméticamente con tapones de goma y aro de aluminio (Theodorou *et al.*, 1994), y se colocaron a 39°C en baño maría. La presión de gas se midió con un manómetro (Metron, Mode:63100, México) a las 0, 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 42, 48, 60 y 72 h de incubación (Blümmel y Ledzien, 2001). Los valores de la presión de gas fueron transformados a volumen de gas mediante una ecuación de regresión lineal: $V = (P + 0.0186) (0.0237)^{-1}$ (Elmasry *et al.*, 2016). El inóculo ruminal consistió de una muestra compuesta de líquido ruminal (LR) de ovinos de la raza Katahdin con un peso vivo promedio de 40 kg., alimentados con una dieta a base de pastoreo de *Brachiaria brizantha*. Previo a la extracción del líquido ruminal, los animales se mantuvieron en ayuno durante 12 horas. El líquido ruminal se filtró a través de ocho capas de gasas y se mezcló en una proporción 1:9 con una solución mineral reducida (Menke y Steingass, 1988; Krishnamoorthy *et al.*, 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cinética de fermentación

El efecto que ejerce la inclusión de niveles de *Sargassum* spp. sobre la digestión de los nutrientes se ven reflejado en los cambios entre tratamientos en el volumen máximo (Vm) y en las fracciones fermentables totales (FT) (Cuadro 1) (P<0.05). En este sentido, el mayor Vm se observó con el tratamiento T1 que fue solo pasto y el menor volumen de gas se observó con el tratamiento 4, similar al tratamiento 3. La tasa de fermentación (S) y la fase Lag (L) no mostraron diferencias significativas (P<0.05).

Cuadro 1. Parámetros de la cinética de producción de gas y fracciones fermentables de las dietas con 15, 30 y 45 % de inclusión de *Sargassum* spp. y *P. purpureum*.

Variables	TRATAMIENTOS				EE
	T1 (Pasto)	T2 (15%)	T3 (30%)	T4 (45%)	
Vm	292.80a	243.60b	223.93bc	193.63 c	9.640
S	0.0205333a	0.0217333a	0.0197667a	0.0194667a	0.001
L	3.223a	2.916a	4.022a	5.859a	0.862
V8	110.709a	98.375ab	82.774bc	69.611c	4.554
V24	146.509a	125.410ab	94.652bc	68.413c	6.852
V72	483.46a	395.07ab	381.98b	349.41b	21.256
FT	740.68a	618.85b	559.40bc	487.44c	23.986

^{a, b, c} = medias con distinta literal en columnas son diferentes (P<0.05); Vm= Volumen máximo; S: tasa de fermentación; L: fase de retraso; V8= fracción de fermentación rápida; V24= fracción de fermentación media; V72= fracción de fermentación lenta; FT: fracción fermentable total.

Fracciones fermentables

Se observaron diferencias (P<0.05) entre tratamientos en las distintas fracciones fermentables de la materia seca. Se observó una mayor (P<0.05) fracción de fermentación rápida (V8) con el tratamiento 1 y 2, y fue similar con el tratamiento 3, la menor fermentación

se observó con el tratamiento 4. En relación con la fracción de fermentación media (V24) fue más alta en los tratamientos 1 y 2, seguidos por una fermentación similar de los tratamientos 3 y 4. Por otro lado, las fracciones de lenta fermentación (V72) adquirió valores elevados en los tratamientos 1 y 2 y fueron similares entre los tratamientos 3 y 4. El tratamiento que mostró la mayor ($P<0.05$) fracción fermentable total (FT) fue el tratamiento 1, seguido por el tratamiento 2, que mostró similitud con el tratamiento 3, mientras que el tratamiento 4 mostró ($P<0.05$) la menor fracción FT.

CONCLUSIONES

La inclusión de *Sargassum spp.* en dietas a base de *Pennisetum purpureum* puede contribuir a la mitigación de la producción de gases. En particular, un nivel de inclusión del 15 % en la dieta no afecta parámetros clave como el volumen máximo, la tasa de fermentación, la fase de retraso y las fracciones de fermentación rápida, media, lenta y total.

Por otro lado, los niveles de inclusión del 30 % y 45 % de *Sargassum spp.* podrían desempeñar un papel relevante en estrategias de reducción de gases de efecto invernadero, ya que están asociados con una menor producción de gas por gramo de materia seca fermentada.

REFERENCIAS

- Blümmel, M. and Lebzien, P. 2001. Predicting ruminal microbial efficiencies of dairy rations by in vitro techniques. *Livestock Production Science* 68: 107-117.
- Elmasry, A.M.A, G.D. Mendoza, L.A. Miranda, G. Vázquez, A.Z.M. Salem and Hernández P.A. 2016. Effects of types and doses of yeast on gas production and in vitro digestibility of diets containing maize (*Zea mays*) and lucerne (*Medicago sativa*) or oat hay. *South African Journal Animal Science* 46 (No.4). <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v46i4.7>.
- Instituto Nacional de Estadística Geográfica e informática. 2020. Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2020, Chiapas, México, Instituto Nacional de Estadística Geográfica e informática. Edit. INEGI.
- Krishnamoorthy, U., C. Rymer and P.H. Robinson 2005. The *in vitro* gas production technique: limitations and opportunities. *Animal Feed Science Technology* 1-7: 123-124.
- Menke, K.H. & H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Dev.* 28: 7-55.
- Theodorou, M.K., Williams, B.A., Dhanoa, M.S., McAllan, A.B. & France J. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science Technology*: 48: 185-197.
- Van Soest, P.J., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal Dairy Science* 74: 3583-3597.

ANÁLISIS SISTÉMICO DE LA PRODUCCIÓN BOVINA: IMPLICACIONES PARA LA SOSTENIBILIDAD AGROAMBIENTAL

Merary Zenteno-Aguilar^{1*}  y Fredy Delgado-Ruiz² 

¹Estudiante de la Facultad de Ciencias Agronómicas, *Campus V*, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Carrera Ocozocoautla-Villaflores km. 84.5 C.P. 30470. Villaflores, Chiapas.²Docente de la Facultad de Ciencias Agronómicas, *Campus V*, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Carrera Ocozocoautla-Villaflores km. 84.5 C.P. 30470. Villaflores, Chiapas.

*merary.zenteno70@unach.mx

Resumen

La producción bovina es un sector clave en la agricultura global, desempeñando un papel esencial en la economía, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental. Sin embargo, enfrenta desafíos relacionados con la eficiencia productiva, el impacto ambiental. Este estudio tiene como objetivo un análisis integral del módulo pecuario bovino, como un componente del sistema CUTT San Ramón. La investigación es de tipo no experimental y se basa en un estudio de caso, utiliza entrevistas semiestructuradas, revisión de documentos y recolección de información en campo para obtener un panorama completo sobre el funcionamiento y las potencialidades de este módulo.

Palabras clave:
Bovinos, sistemas, sostenible, integral, agroambiental.

Abstract

Beef production is a key sector in global agriculture, playing an essential role in the economy, food security and environmental sustainability. However, it faces challenges related to productive efficiency and environmental impact. This study aims to carry out a comprehensive analysis of the bovine livestock module, as a component of the CUTT San Ramón system. The research is non-experimental and is based on a case study, using semi-structured interviews, document review and field information collection to obtain a complete overview of the operation and potential of this module.

Keywords:
Bovines, systems, sustainable, integral, agro-environmental.

INTRODUCCIÓN

La producción bovina es un componente fundamental de la agricultura a nivel mundial, que desempeña un papel crucial en la economía, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental. Este sistema se refiere a la cría y manejo de ganado bovino con el objetivo de obtener productos como carne, leche y crías, entre otros. A lo largo de los años, la producción bovina ha evolucionado, adaptándose a las demandas del mercado y a los avances tecnológicos, lo que ha permitido optimizar los procesos de cría, alimentación y manejo del ganado. La producción bovina también enfrenta desafíos significativos, como la necesidad de mejorar la eficiencia productiva, minimizar el impacto ambiental y garantizar el bienestar animal. Además, la creciente preocupación por la sostenibilidad y la producción responsable ha llevado a la implementación de prácticas más ecológicas. En este contexto, es esencial comprender las dinámicas de los sistemas de producción bovina para promover un desarrollo equilibrado y sostenible que beneficie tanto a los productores como a la sociedad en general.

El Centro Universitario de Transferencia de Tecnología San Ramón (CUTT San Ramón) desempeña un papel fundamental en la formación de profesionistas en el sector agropecuario, integrando actividades de docencia, investigación, extensión y vinculación, transferencia de tecnología y producción agrícola y pecuaria sostenible. Ubicado en la región Frailesca, este sistema representa un modelo de producción que permite la aplicación de teorías productivas en un entorno real. A través de un enfoque basado en la Teoría General de Sistemas, se busca caracterizar, analizar los procesos dentro del sistema CUTT San Ramón, asegurando su sostenibilidad y eficiencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo se realizó en el Centro Universitario de Transferencia de Tecnología “San Ramón”, de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Campus V de la Universidad Autónoma de Chiapas; localizado en el municipio de Villaflores, Chiapas. Se localiza en la Depresión Central de Chiapas a los 16° 15' 30" de Latitud Norte y 93° 15' 04" Longitud Oeste, con una altura media de 610 msnm.

Metodología

El estudio se enmarca dentro de una investigación de tipo no experimental, que abarca cinco etapas para cumplir cinco objetivos específicos. Y adopta un diseño de estudio de caso. La recolección de datos considera entrevistas semiestructuradas dirigidas a informantes clave, complementadas con una revisión documental. El periodo de recopilación de información comprende el periodo de julio de 2024 a junio de 2025. La presente información cumplimenta el objetivo uno.

Análisis de los datos

Los datos cualitativos, analiza, agrupa y categoriza de acuerdo a la temática.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del sistema CUTT San Ramón.

El sistema CUTT San Ramón, en la actualidad funciona con la categoría de Centro Universitario de Transferencia de Tecnología, en donde se desarrollan actividades de docencia, investigación, extensión y vinculación, transferencia de tecnología y la producción agrícola y pecuaria sostenible. El Centro Universitario de Transferencia de Tecnología San Ramón, es el espacio de vinculación con los sectores social y productivo de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Autónoma de Chiapas, a través de las actividades sustantivas de docencia, investigación, extensión y difusión científica; para ello dispone de espacios en donde los estudiantes de pregrado y posgrado realizan prácticas académicas para su formación profesional. De acuerdo con lo expuesto con la Universidad abierta y a distancia en México (2016), se puede considerar al CUTT San Ramón como un sistema integral, debido a que los sistemas de producción agrícola y ganadera en México se consideran integrales debido a que pueden combinarse entre sí, es decir, coexisten en un mismo sistema. Así también, puede afirmarse, que es un verdadero sistema de producción, conformado por un complejo conjunto de elementos estructurales, vinculados en formas determinadas para cumplir objetivos precisos y en base a los cuales es posible definir límites que posibiliten el

análisis necesario para conocer como es, como funciona, qué lo favorece y qué lo limita. Además, es considerado como un sistema abierto donde los componentes interactúan con el entorno (Echave, 2007). Por otro lado, el CUTT San Ramón, al igual que otros sistemas de producción, incorpora los componentes establecidos en la Teoría General de Sistemas (Bertalanffy, 1962). Sin embargo, se distingue por la singularidad de cada uno de estos elementos, dado que opera bajo un enfoque integrado de producción, fundamentado en la formación académica y el desarrollo tecnológico (Figura 1).

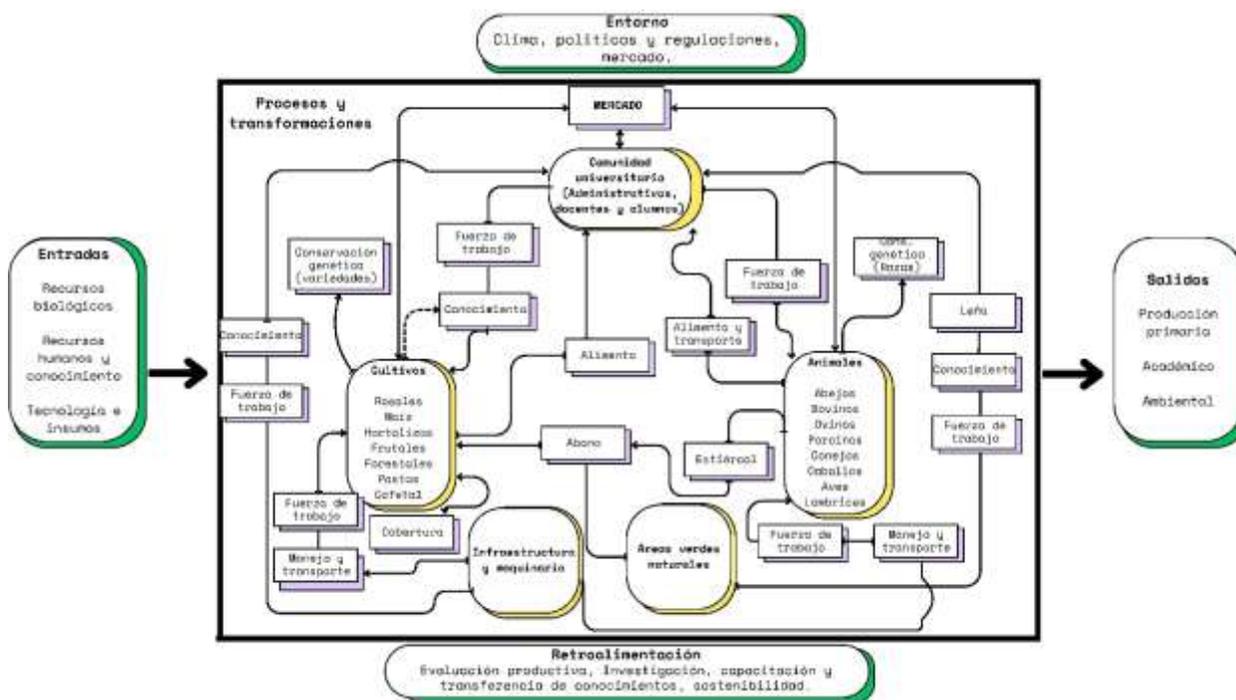


Figura 1. Sistema de producción agrícola y pecuario del CUTT “San Ramón”.

A continuación, se presentan sus principales componentes:

1. Entradas. Para el sistema CUTT San Ramón las entradas fueron consideradas en los siguientes aspectos y que son necesarias para cumplir con el propósito del funcionamiento del sistema. Recursos biológicos: Semovientes (bovino, ovino, porcino, canícula, avícola), semillas mejoradas y nativas de cultivos agrícolas (cereales, hortalizas, leguminosas, ornamentales, frutales, pastos y forestales). Recursos humanos y conocimiento: Productores, técnicos agropecuarios, agrónomos, veterinarios, extensionistas y mano de obra. Tecnología e insumos: Inseminación artificial, sistemas de riego, servicios de mecanización agrícola, combustibles, fertilizantes, agroquímicos, plaguicidas, medicamentos veterinarios, aperos agrícolas. 2. Procesos o Transformaciones. En el CUTT San Ramón las actividades que se realizan para convertir las entradas en productos finales son las siguientes. Producción agrícola: Cultivo de cereales, leguminosas, hortalizas, frutales, pastos y ornato. Producción forestal: Establecimiento de viveros, reforestación, manejo silvícola, aprovechamiento maderable y no maderable. Producción pecuaria: Ordeño, engorda, selección y crianza. 3. Salidas. Para el sistema CUTT San Ramón, los productos, beneficios y resultados obtenidos del sistema se categorizan de la siguiente manera. Producción primaria: Carne, leche, semovientes, granos, hortalizas, frutas y plantas. Académico: Formación de estudiantes, capacitación de técnicos y productores, y conocimiento a través de la investigación

científica. Ambiental: GEI. 4. Retroalimentación. Mecanismos de evaluación y ajuste del sistema para mejorar su eficiencia. Evaluación productiva: Análisis de rendimiento en la producción de cultivos, ganadería y aprovechamiento forestal. Investigación: Desarrollo e implementación de nuevas tecnologías y buenas prácticas. Capacitación y transferencia de conocimientos: Formación continua de productores, técnicos y estudiantes en temas de producción sostenible. Sostenibilidad: Monitoreo de impacto ambiental, eficiencia en el uso de recursos naturales, reducción de emisiones y residuos. 5. Entorno. Factores externos que influyen en el desempeño del sistema. Clima: factores ambientales, temperatura, agua, viento y fenómenos meteorológicos como sequías y/o lluvias intensas. Políticas y regulaciones: Normatividad institucional, ambiental y sanitarias. Mercado: Precios y demanda de productos agrícolas, ganaderos y forestales, acceso a mercados locales.

CONCLUSIONES

El CUTT San Ramón, es un sistema de producción integral típico en la Región Frailesca, Así también, es un sistema abierto, donde los componentes interactúan con el entorno. La gestión eficiente de entradas, procesos y salidas, junto con una adecuada retroalimentación, permite mejorar la productividad y sostenibilidad del sistema.

REFERENCIAS

- Bertalanffy, L. V. (1962). Teoría General de Sistemas. En L. V. Bertalanffy, Teoría General de Sistemas (pág. 84). México: Fondo de la Cullira Económica.
- Echave, M. S. (2007). El Enfoque De Sistemas. Instituto de Agrimensura.
- México, U. A. (2016). Diagnóstico socioeconómico y ambiental para la seguridad alimentaria. División de ciencias de la salud, biológicas y ambientales.

DIVERSIDAD Y USOS DE ÁRBOLES EN DOS EJIDOS DEL SUR DE VERACRUZ Juana Ortiz Timoteo¹*[ID](#) y Odilón Manuel Sánchez Sánchez¹[ID](#).

¹Centro de Investigaciones Tropicales de la Universidad Veracruzana, José María Morelos 44, Zona Centro, Centro, 91000 Xalapa-Enríquez, Veracruz.

*Autor de correspondencia: ortiz.07.07@outlook.com

Resumen

El objetivo fue describir la riqueza, diversidad y usos de árboles en potreros en el sur de Veracruz. Se muestrearon 35 potreros en dos ejidos del municipio de Jesús Carranza, Veracruz, y se entrevistaron a los dueños de éstos sobre uso y manejo. Se registraron 106 especies tanto de árboles dispersos (88) como cercos vivos (52), en su gran mayoría nativas. Las 92 especies identificadas se distribuyeron en 32 familias; la familia Fabaceae incluyó el mayor número de especies (19). Por lo general, los árboles dispersos tenían más riqueza, diversidad, individuos y producción de madera, eran de mayor porte y de crecimiento más lento, que el arbolado de los cercos vivos, que era más bien una fuente de leña, frutas y forraje. El trabajo aporta información sobre las especies que pueden formar la base para el desarrollo de sistema silvopastoriles.

Palabras clave:
Árboles dispersos,
cercos vivos,
diversidad, potreros,
usos.

DIVERSITY AND USES OF TREES IN TWO *EJIDOS* IN THE SOUTH OF VERACRUZ

Abstract

The objective was to describe the richness, diversity and uses of trees in pastures in the south of Veracruz. Thirty-five pastures were sampled in two *ejidos* in the municipality of Jesús Carranza, Veracruz, and the owners were interviewed about their use and management. 106 species of both dispersed trees (88) and living fences (52) were registered, most of them native. The 92 species identified were distributed in 32 families; the Fabaceae family included the largest number of species (19). In general, dispersed trees had more richness, diversity, individuals and wood production, were larger and slower growing than the trees in the living fences, which were rather a source of firewood, fruit and forage. The work provides information on the species that can form the basis for the development of silvopastoral systems.

Keywords: Dispersed trees, living fences, diversity, pastures, uses.

INTRODUCCIÓN

Las selvas tropicales de Latinoamérica han sido impactadas por actividades agropecuarias, lo que ha provocado la fragmentación del paisaje (Villanueva *et al.*, 2006). Este proceso de perturbación inicia con el desmonte del área para el establecimiento de cultivos y posteriormente para la ganadería extensiva (Valdivieso *et al.*, 2012). En este contexto, los estudios florísticos en potreros son fundamentales, ya que permiten comprender mejor su gestión y la dinámica de los árboles en relación con la vegetación nativa (Guevara *et al.*, 1994). Aunque existen investigaciones sobre el arbolado en potreros, es necesario profundizar en su composición y en las diferencias entre los árboles dispersos y aquellos

utilizados en cercos vivos. Por ello, el objetivo de este estudio fue describir la riqueza, diversidad y usos de los árboles en potreros del sur de Veracruz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Los potreros de estudio pertenecen a los ejidos de Veinticuatro de Febrero (Veinticuatro) y Ricardo Flores Magón (Magón), que corresponden al municipio de Jesús Carranza en la región suroeste del estado de Veracruz. Las comunidades rurales cuentan con un área de uso comunal (parche de selva alta perennifolia).

Metodología

La primera etapa del trabajo de campo consistió en entrevistar a los ganaderos más dispuestos a participar solicitándoles su colaboración para realizar los muestreos en sus potreros. En total, 35 ganaderos aceptaron participar, de los cuales 25 eran de Veinticuatro y 10 de Magón. Se llevaron a cabo recorridos y muestreos en 35 potreros, con una extensión promedio de 20 ha cada uno. Los árboles no estaban distribuidos de manera homogénea dentro de los potreros, por lo que se establecieron tres unidades de muestreo de una hectárea por potrero, sumando un total de 105 ha evaluadas. El muestreo se realizó siguiendo una trayectoria diagonal (inicio, centro y final) desde el punto de acceso al potrero; sin embargo, en algunos casos esta metodología tuvo que ajustarse debido a la topografía accidentada del terreno.

VARIABLES EVALUADAS

Las variables evaluadas fueron diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 10 cm; no se incluyeron los individuos muertos (Juárez y Saragos, 2015; Esquivel-Mimenza *et al.*, 2011). Se registraron la altura de fuste limpio, la altura total, y el diámetro mayor de la copa (Nahed *et al.*, 2012).

Análisis de los datos

Los datos recopilados fueron analizados mediante Microsoft Excel, para obtener las siguientes estimaciones: Área Basal, Dominancia Absoluta, Dominancia relativa, Frecuencia relativa, Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVI) y Diversidad Alfa. La semejanza florística entre las distintas unidades de muestreo (UM) se evaluó mediante un análisis de agrupamiento (Peck, 2010). La asociación y distribución de las especies entre UM se evaluó con un análisis de correspondencia rectificado (AC) (McCune y Grace, 2002; y McCune y Mefford, 2011). Los usos de las especies identificadas se documentaron con entrevistas a los dueños de los potreros, y se hizo un análisis de agrupamiento para examinar los patrones de aprovechamiento de las especies (Peck, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Riqueza. Se identificaron 92 especies de 32 familias de las 106 especies registradas. De las identificadas, se registraron 86 en Veinticuatro y 46 en Magón; de estas 88 como árboles dispersos, y 52 como cercos vivos. Fabaceae fue la familia con el mayor número de especies con 19.

Abundancia de especies. La especie más abundante entre dispersos difirió entre los ejidos: *Coccoloba barbadensis* representó el 14% de los individuos identificados en Veinticuatro

(239), y *Tabebuia rosea* el 30% en Magón (209). *Gliricidia sepium* fue la especie más abundante en cercos vivos en ambas localidades, con 30% (119) y 80% (380).

Índice de Valor de Importancia. Las especies con el mayor IVI en los potreros muestreados en Veinticuatro fueron *Coccoloba barbadensis* (29.49), *Tabebuia rosea* (23.34), *Zanthoxylum riedelianum* (19.98) y *Gliricidia sepium* (18.89). En Magón correspondieron a *Gliricidia sepium* (56.41), *Tabebuia rosea* (48.85) y *Zanthoxylum riedelianum* (22.44).

Diversidad. La diversidad de las especies de árboles dispersos encontradas en Veinticuatro fue de $H' = 3.31$ y en Magón de $H' = 2.67$ con el índice de Shannon-Wiener. La diversidad de los cercos vivos fue más baja, sobre todo en Magón ($H' = 0.83$; Veinticuatro: $H' = 2.63$).

Semejanza florística entre potreros. Los ejidos compartieron 40 especies de árboles, con un 43.48% de semejanza (especies únicas en Veinticuatro: 46, en Magón: 6). En el grupo de árboles dispersos, se compartieron 38 especies (37%), pero en cercos vivos solo 11 (20%). Al analizar la semejanza florística entre unidades de muestreo, se diferenciaron en primer lugar geográficamente (Figura 1). La diferencia en la composición de especies entre ejidos fue significativa ($p < 0.05$) de acuerdo con la prueba de permutación de respuesta múltiple. Se confirma la alta diferenciación entre las dos áreas con el estadístico T (-8.3172), ya que los de T con signo negativo indican mayores diferencias entre áreas.

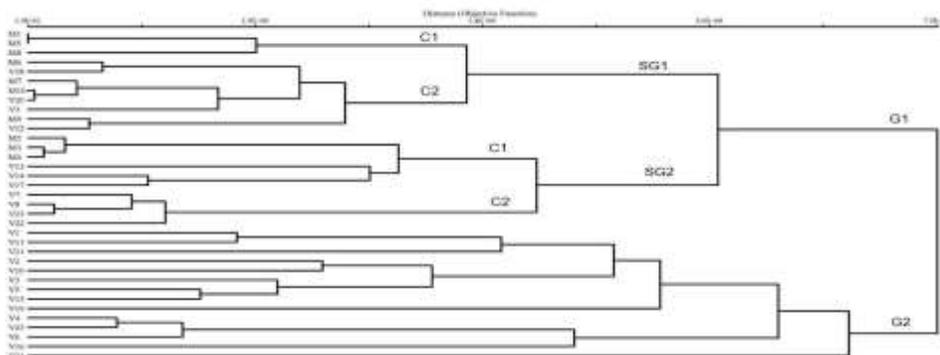


Figura 1. Semejanza florística entre los potreros de dos ejidos (M = Magón; V = Veinticuatro; agrupamiento con Flexible Beta con el coeficiente de Sørensen).

Ordenación. La ordenación confirmó el papel del factor geográfico en la composición florística de las unidades de muestreo. Los sitios y especies asociados por el análisis de correspondencia fueron semejantes al agrupamiento de los potreros obtenido con el análisis de semejanza. Los tres primeros ejes del AC explicaron el 61.4% de la varianza total de las especies. El elevado valor propio obtenido de $\lambda = 0.78$ para el primer eje indica una alta correlación entre los sitios y las especies, mientras que la longitud del gradiente (4.68) una amplia diferencia en la composición de especies entre los sitios (Hill, 1979; Hill y Gauch, 1980).

Usos de las especies. Todas las especies identificadas tuvieron algún uso (económico, ambiental o social). Los usos más comunes fueron construcción rural y sombra. Al agrupar las especies por usos se diferenciaron sobre todo dos grupos: un grupo con usos como madera, construcción y sombra, y otro como alimenticios y leña.

CONCLUSIONES

Los potreros de la región de estudio, si bien distintos entre los dos ejidos estudiados, aún cuentan con una buena riqueza y diversidad de especies arbóreas. Contienen tanto árboles

dispersos, que los ganaderos dejan para su preservación y por los servicios que les proveen, como los cercos vivos.

La diversidad de los árboles dispersos fue mayor a las que se registraron como cercos vivos, debido a que estos se propagan a través de estacas, Los árboles dispersos y cercos vivos son importantes para la conservación de la vegetación nativa y por los usos, y otras funciones como proveer alimento, forraje y como corredores para los animales silvestres.

REFERENCIAS

- Esquivel-Mimenza, H., Ibrahim, M., Harvey, C. A., Benjamin, T. & Sinclair, F. L. (2011). Dispersed trees in pasturelands of cattle farms in a tropical dry ecosystem. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14, 933-941.
- Guevara, S., Meave, J., Moreno-Casasola, P., Laborde, J. & Castillo, S. (1994). Vegetación y flora de potreros en la sierra de Los Tuxtlas, México. *Acta Botánica Mexicana*, 28, 1-27.
- Hill, M. O. (1979). Decorana: A FORTRAN Program for Detrended Correspondence Analysis and Reciprocal Averaging. Cornell University, Ithaca.
- Hill, M. O. & Gauch, H. G. (1980). Detrended correspondence analysis, an improved ordination technique. *Vegetatio* 42, 47-58. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-009-9197-2_7
- Juárez, G. A. & Saragos M. J. (2015). Estructura diamétrica de árboles en potreros de la región Bajo Mixe, Oaxaca. *Teoría y Praxis*, 18, 131-151.
- McCune, B. & Grace, J. B. (2002). Analysis of Ecological Communities. MjM Software, Gleneden Beach.
- McCune, B. & Mefford, M. J. (2011). PC-ORD for Windows. Multivariate Analysis or Ecological Data V. 6.0. MjM Software, Gleneden Beach.
- Nahed, J., Valdivieso, A., Cámara-Córdova, J., Aguilar, R., Grande, J. D., Ruiz, M. & Chi, J. (2012). El componente arbóreo de los potreros en la región media de la cuenca transfronteriza Grijalva (Chiapas-Tabasco). En M. González & M.C. Brunel (Coords.), *Montañas, pueblos y agua. Dimensiones y realidades de la cuenca Grijalva* (pp. 1-43). El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.
- Peck, J. E. (2010). Multivariate analysis for community ecologists: Step by step using PC-ORD. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA. ISBN 978-0-9721290-2-2
- Valdivieso-Pérez, I. A., García-Barrios, L. E., Álvarez-Solís, D. & Nahed-Toral, J. (2012). De maizales a potreros: cambio en la calidad del suelo. *Terra Latinoamericana*, 30(4), 363-374.
- Villanueva, C., Tobar, D., Ibrahim, M., Casasola, F., Barrantes, J. & Arguedas, R. (2006). Árboles dispersos en potreros en fincas ganaderas del Pacífico Central de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, 45, 12-20.

TERAPIA NEURAL Y MEDICINA TRADICIONAL MEXICANA EN LA CICATRIZACIÓN.

Cipatli García-Dalmán.^{1*}, Ángela Ponce Sánchez², Samuel Luis Rojas³, Edison Milton Balvin Sánchez⁴, José Victoriano Ramírez Romualdo⁵.

^{1,2,3,4,5} Universidad Interserrana del Estado de Puebla-Ahuacatlán, Los llanos Km 1 Carretera Amixtlán San Andrés Tlayehualancingo, 73330, Ahuacatlán, Puebla.

*Autor de correspondencia: cipatli.gd.12@gmail.com

Resumen

La terapia neural y la medicina tradicional se han empleado como alternativas para mejorar la cicatrización. La terapia neural quita interferencias en la transmisión del impulso nervioso con el uso de lidocaína. En México se ha usado el aloe vera y miel para ayudar en la cicatrización, por ello el objetivo de este trabajo fue evaluar la terapia neural y el aloe vera y miel en la cicatrización. Se usaron 18 conejas, que después de una OSH se agruparon en: grupo control, sin tratamiento; Terapia neural, aplicación subcutánea de lidocaína al 1% y grupo tratado con aloe vera y miel, grupo medicina tradicional. En los grupos control y medicina tradicional se observó el cierre de la heridas hasta el día 15, en el grupo de terapia neural tardó 8 días la cicatrización. Se concluye que la terapia neural es una alternativa que acelera la cicatrización de las heridas.

Palabras clave:
Cicatrización, terapia neural, medicina tradicional mexicana.

NEURAL THERAPY AND TRADITIONAL MEXICAN MEDICINE IN HEALING.

Abstract

The neural therapy and the traditional medicine have employed like alternatives to improve healing. The neural therapy removes interferences in the transmission of the nervous impulse with the use of lidocaine. In Mexico has used the aloe vera and honey to help in healing, thus the aim of this work was to evaluate the neural therapy and the aloe vera and honey in the healing. Where used 18 rabbits, that after a OSH grouped in: control, without treatment; neural therapy, subcutaneous application of lidocaine to 1% and group treated with aloe vera and honey. In the groups control and traditional medicine observed the closing of the wounds until the day 15, in the group of neural therapy took 8 days healing. It concludes that the neural therapy is an alternative that accelerates the healing of wounds.

Keywords: Healing, neural therapy.

INTRODUCCIÓN

La cicatrización se inicia con un impulso nervioso que precede a la inflamación, entonces se desencadena una cascada de procesos que con el tiempo reparará los tejidos dañados. Todas las lesiones son puntos de irritación que alteran el tono neural inicial, creando puntos de interferencia del impulso nervioso. La terapia neural y la medicina tradicional se han empleado como alternativas para ayudar a mejorar el proceso de cicatrización postquirúrgica.

La terapia neural se basa en el uso de un anestésico local que cuenta con un potente efecto antioxidante y vasodilatador, que favorece la recuperación de los tejidos, la técnica consiste en infiltrar el anestésico local en un campo con interferencias como las que se ocasionan cuando hay heridas, la respuesta que se observa es la inhibición del dolor y la distensión de la musculatura espástica, que favorece la cicatrización (Bella, F. A., 2011). La herencia indígena de las comunidades ha dejado mucha información de la actividad terapéutica de productos naturales como lo es la miel y el aloe vera y su efecto en la cicatrización (González, C. H., 2023). Son dos alternativas con diferentes principios para acelerar la cicatrización, es por ello que el objetivo de este trabajo fue valorar los efectos de la terapia neural y el uso de aloe vera y miel en el proceso de cicatrización posquirúrgico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Este trabajo se realizó en la comunidad de Zacatlán, Puebla, donde se utilizaron 18 conejas cruce de California - Nueva Zelanda de 6 meses de edad en jaulas comerciales con alimentación comercial y agua *ad libitum*.

Metodología

Cada coneja fue sujeta a la oforsalpingohisterectomía lateral. Los animales se dividieron en 3 grupos para el tratamiento posquirúrgico. Grupo control: con aplicación de una dosis de antibiótico el día de la cirugía. Grupo terapia neural, aplicación subcutánea de lidocaína al 1%, en forma de abanico alrededor de la herida. Grupo medicina tradicional mexicana, aplicación de aloe vera y miel de forma tópica sobre la herida del animal. Diariamente se midió la herida y se realizó la valoración de la expresión de dolor de cada animal.

Análisis de los datos

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y posteriormente se realizó un ANOVA con ayuda del programa Sigma Plot 12.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Medición de variables

En la Gráfica 1 se puede observar que los animales del grupo control y tratados con medicina tradicional mexicana tardan el mismo tiempo, 15 días, en cicatrizar sus heridas. Se observa que la cicatrización de los animales tratados con terapia neural se dio de manera más rápida, 8 días. Al mismo tiempo se puede observar que el tamaño de la herida es más pequeño en el caso del grupo que recibió terapia neural. Valdeiglesias (2021), observó en el 40 % de sus pacientes, *Canis lupus familiaris*, la formación de tejido de granulación a partir del día 6, reacción no observada en los animales de este trabajo. Se puede explicar debido a diferencias específicas de especie ya que, en los conejos tratados en este trabajo, se aceleró el proceso de cicatrización al tratar las heridas con terapia neural.

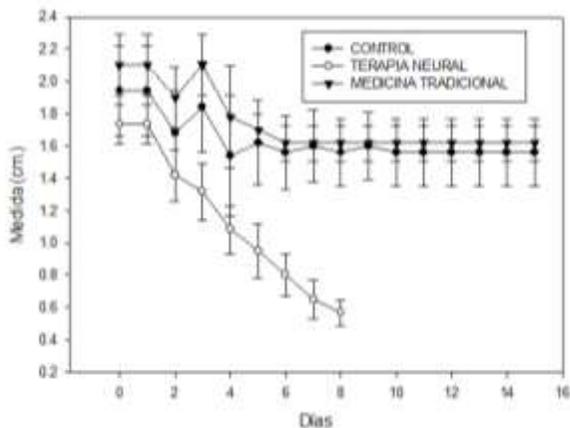


Figura 1. Medidas de las heridas postquirúrgicas, registradas a través del tiempo después de ser tratadas con terapia neural y medicina tradicional a base de aloe vera y miel.

CONCLUSIONES

La terapia neural acelera la cicatrización de heridas postquirúrgicas en el conejo, con una recuperación acelerada.

No se recomienda el uso de la aloe vera y miel para tratar heridas posquirúrgica debido a el proceso es de hasta 15 días.

REFERENCIAS

- Bella, F. A. (2011). Cicatrices: Teoría de los campos interferentes. *Revista Española de Podología*, 22, 268-272.
- González Chávez, L. (2017). El proceso terapéutico en la medicina tradicional mexicana. Algunas claves para su interpretación. *Nueva antropología*, 30(86), 9-34
- . Schencke, Carolina, Vásquez, Bélgica, Sandoval, Cristian, & del Sol, Mariano. (2016). El Rol de la Miel en los Procesos Morfofisiológicos de Reparación de Heridas. *International Journal of Morphology*, 34(1), 385-395. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022016000100056>
- Altamirano, D.Y. (2024). Efecto de la terapia neural de procaina y ácido hipodórico en la cicatrización de heridas por oforosalingohisterectomía en canis lupus familiaris. Universidad técnica de Ambato.

RESISTENCIA ANTIBIÓTICA EN BACTERIAS SIMBIONTES DE NEMATODOS ENTOMOPATÓGENOS AISLADOS DE SUELOS AGRÍCOLAS.

Fátima Ramírez-Jaime.¹, Aylin Elena Jaime-Hernández.¹, Ana Martha Cruz-Avalos.², Mauricio Valencia-Posadas.¹, Oscar Guadalupe Barrón-Bravo.³, Alfredo Pérez-Guiot.¹, César Andrés Ángel-Sahagún^{1*}

¹Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Guanajuato.

²Maestría en Producción Pecuaria. Universidad de Guanajuato.

³Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Guanajuato.

⁴Departamento de Agronomía, Universidad de Guanajuato.

⁵Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CIRNE, Campo Experimental Las Huastecas, Altamira, Tamaulipas, México.

*Autor de correspondencia: csahagun@ugto.mx

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar la resistencia antibiótica de las bacterias simbiotas de nematodos entomopatógenos aislados de suelos agrícolas. Se realizó el experimento en el laboratorio de Control Biológico de la Universidad de Guanajuato, se aislaron bacterias de larvas de *G. mellonella* infectadas con nemátodos entomopatógenos, obteniendo de la hemolinfa bacterias que se cultivaron en caldo Mueller Hinton y colocando sensibilizadores Gram- se determinó el diámetro de los halos de inhibición de cada uno de los antibióticos. Se realizó un análisis de varianza con arreglo factorial y una prueba de comparación de medias por el método de Tukey ($P < 0.05$). Los resultados obtenidos fue la falta de inhibición en un 68.3%; resultando la Amikacina, Gentamicina, Nitrofurantoina y Sulfametoxazol/Trimetoprim antibióticos con el 100% de falta de inhibición para las cepas utilizadas. Se concluye que las bacterias simbióticas presentaron falta de susceptibilidad a los productos evaluados.

Palabras clave:
Xenorhabdus,
Photorhabdus, control
biológico.

ANTIBIOTIC RESISTANCE IN SYMBIOTIC NEMATODE BACTERIA ISOLATED FROM AGRICULTURAL SOILS.

Abstract

The objective of the present study was to evaluate the antibiotic resistance of bacteria symbionts of entomopathogenic nematodes isolated from agricultural soils. The experiment was carried out in the Biological Control Laboratory of the University of Guanajuato, bacteria from *G. mellonella* larvae infected with entomopathogenic Nematodes were isolated, obtaining from the hemolymph bacteria that were cultured in Mueller Hinton broth and placing Gram sensitive disks were determined the diameter of the inhibition halos of each of the antibiotics. A variance analysis was performed with factorial arrangement and a mean comparison test by the Tukey method ($P < 0.05$). The results obtained was the lack of inhibition in 68.3%; Amikacin, Gentamicin, Nitrofurantoin and Sulfamethoxazole/Trimethoprim antibiotics with 100% lack of inhibits for the strains used. It is concluded that the symbiotic bacteria showed lack of susceptibility to the products evaluated.

Keywords:
Xenorhabdus,
Photorhabdus,
biological control.

INTRODUCCIÓN

Los nematodos entomopatógenos (NEP) son agentes de control biológico potencialmente disponibles contra plagas de insectos que causan daños a los cultivos de hortalizas y frutas en todo el mundo, además controlan plagas de origen pecuario, principalmente de aquellas que pasan una fase de su ciclo de vida en el suelo, los NEP más estudiados son los pertenecientes a los géneros *Steinernema* spp. y *Heterorhabditis* spp., que hacen simbiosis con las bacterias *Xenorhabdus* y *Photorhabdus* (Hatab *et al.*, 1998). Estas bacterias son proteobacterias, bacilos, gramnegativos, móviles, anaerobios facultativos, no formadores de esporas, oxidasa negativos y heterótrofos quimioorganotróficos, pertenecientes a la familia *Enterobacteriaceae* que pueden producir varios metabolitos secundarios, incluidos compuestos antimicrobianos (Yimthin *et al.*, 2021).

Las bacterias simbióticas de los NEP son objeto de investigación los últimos años ya que es un método ecológico y sostenible que reduce el uso desmedido de productos agrícolas y farmacéuticos veterinarios y humanos (Clausi *et al.*, 2021).

Estudios realizados por Hägerbäumer *et al.* (2015) y Casiraghi *et al.* (2002) señalan que las tetraciclinas, y los antibióticos en general, son capaces de comprometer la supervivencia de los nematodos de vida libre, como en el caso del parásito *Brugia pahangi* que muestra que este antibiótico afecta las mudas de los nematodos interfiriendo con su muda L4-L5. A pesar de que existen estudios de los efectos de los antibióticos presentes en el suelo y como estos afectan a los NEP, la literatura es limitada sobre el efecto de otros grupos de antibióticos sobre las bacterias patógenas que se encuentren en el mismo ambiente. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar la resistencia antibiótica de las bacterias simbiotas de nematodos entomopatógenos aislados de suelos agrícolas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente estudio se realizó en el Laboratorio de Parasitología y Control Biológico de la división Ciencias de la Vida, del campus Irapuato-Salamanca de la Universidad de Guanajuato (LPCB-UG); se utilizaron cinco cepas de bacterias simbióticas de nematodos entomopatógenos (NEP), *Xenorhabdus* y *Photorhabdus*, las cuales fueron obtenidas previamente de suelos agrícolas del estado de Guanajuato y conservadas en el Laboratorio.

Metodología

Para obtener los aislados limpios de NEP se utilizaron tres larvas de *Galleria mellonella* colocadas en cajas de Petri con papel filtro húmedo y se infectaron con 200µl de NEP por inoculación tópica sobre cada una de las larvas, dejándose incubar por 48 horas y posteriormente se confirmó la muerte por el cambio de la tonalidad de las larvas que pasaron a tornarse marrones u oscuras y por medio de observación en un microscopio esteroscópico. Las larvas muertas se sumergieron en hipoclorito de sodio al 3% dos veces y otras dos veces en agua destilada. Del cadáver de la larva se tomó la hemolinfa de cada *G. mellonella* con una jeringa de 1 ml y se colocó en agar MacConkey por aspersión, dejándose incubar por 72 horas a 25±1°C en oscuridad. Posteriormente se verificó que las colonias tuvieran homogeneidad en sus características y como cultivo puro se inoculó 200 µl en tubos de ensayo con caldo Mueller Hinton, se mantuvo en agitación y se conservó a una temperatura de 25±1°C en la oscuridad por 48 horas. Se realizaron cultivos en agar Mueller Hinton por medio de la técnica de dispersión en disco, inicialmente se utilizaron 40µl del cultivo

bacteriano en caldo Mueller Hinton y se colocaron en el centro del agar, el cual por medio de un dispersor celular se inoculó en toda la caja, posteriormente se colocaron los sensibilizadores para bacterias Gram- (PT-35 Multibac I.D.) con ayuda de pinzas de disección estériles. Se realizaron 3 repeticiones por cada tratamiento de antibiótico evaluado. La sensibilidad a los antibióticos evaluados fueron Nitrofurantoína (NF), Sulfametoxazol/Trimetoprim (STX), Cloranfenicol (CL), Norfloxacin (NOF), Ciprofloxacino (CPF), Netilmicina (NET), Cefotaxima (CFX), Cefalotina (CF), Gentamicina (GE), Carbenicilina (CB), Amikacina (AK) y Ampicilina (AM), los cultivos se dejaron en incubación por 24 horas y posterior se determinó el diámetro de los halos de inhibición de cada uno de los antibióticos. Las medidas del diámetro de inhibición permitieron clasificar a las bacterias en sensible, intermedio y resistente considerando la metodología propuesta por Bauer *et al.* (1966). Se dejaron dos grupos testigo, el primero solo con cultivo bacteriano y el segundo sin ningún tipo de inóculo.

Análisis de los datos

Para el análisis estadístico se realizó un análisis de varianza completamente al azar, con un arreglo factorial, en el cual los factores utilizados fueron: Factor A: Antibiótico, con 12 niveles (Nitrofurantoína (NF), Sulfametoxazol/Trimetoprim (STX), Cloranfenicol (CL), Norfloxacin (NOF), Ciprofloxacino (CPF), Netilmicina (NET), Cefotaxima (CFX), Cefalotina (CF), Gentamicina (GE), Carbenicilina (CB), Amikacina (AK) y Ampicilina (AM)), y Factor B: Cepa, con 5 niveles (M28, MA1, MA2, MA3 y MA4) y sus interacciones; posteriormente se realizó una prueba de comparación de medias por el método de Tukey ($P < 0.05$). Para el análisis de los datos se utilizó el programa Statgraphics Centurión versión 19.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a las condiciones en que se realizó el experimento, los resultados obtenidos en los grupos testigo fue un nulo crecimiento en el agar al que no se le aplicó cepa bacteriana y al que se le aplicó el crecimiento fue normal y completo en toda la caja. En los resultados la falta de inhibición en un 68.3% fue clasificado como Resistente, un 18.3% como Intermedio y un 13.3% como Sensible. En todas las cepas, los antibióticos con una resistencia del 100% fueron Nitrofurantoína, Cefalotina, Carbenicilina y Ampicilina. La cepa con mayor resistencia fue la MA4 con una resistencia del 83.3% y la cepa menos resistente fue M28 y MA1 con 58.3% (Cuadro 1). El análisis estadístico mostró diferencias estadísticas significativas para el factor cepa y el factor antibiótico, al igual para su interacción ($P < 0.05$). La prueba de Tukey para el factor antibiótico formó 5 grupos, el primero conformado por los antibióticos Nitrofurantoína (NF), Cefalotina (CF), Gentamicina (GE), Carbenicilina (CB) y Ampicilina (AM), el segundo por Amikacina (AK), Cloranfenicol (CL) y Cefotaxima (CFX), el tercero por Netilmicina (NET), el cuarto por Norfloxacin (NOF) y el quinto por Sulfametoxazol/Trimetoprim (STX) y Ciprofloxacino (CPF); para el factor cepa se formaron 3 grupos, donde la cepa MA4 fue la más sobresaliente por tener baja susceptibilidad a 10 de los 12 antibióticos utilizados en el presente estudio.

Un estudio elaborado por Hatab *et al.* (1998) encontraron resistencia a la eritromicina y su correlación positiva con la neomicina y la tetraciclina en *P. luminescens*, pero con una correlación negativa entre la resistencia a la eritromicina y la neomicina en *X. poinarii*. Las correlaciones positivas en la resistencia a múltiples antibióticos sugieren que uno o unos pocos mecanismos de resistencia podrían actuar de manera similar contra diferentes

antibióticos, mientras que las correlaciones negativas sugieren que la resistencia podría ser más compleja. La resistencia a los antibióticos puede ser conferida por varios mecanismos y a menudo está asociada con elementos genéticos móviles (es decir, plásmidos y transposones), existiendo la posibilidad de que los insectos sean infectados por múltiples cepas de bacterias con diferentes patrones de resistencia, y la posibilidad de que los plásmidos puedan transferirse tanto dentro como entre especies (Clausi *et al.*, 2021). Otros estudios relacionados con las bacterias simbiotas, *Xenorhabdus* y *Photorhabdus*, es la inhibición del crecimiento bacteriano de bacterias que son resistentes a los antibióticos, por medio de metabolitos secundarios que actúan como insecticidas y antimicrobianos, esta alternativa tiene muchas limitantes, pero se continúa estudiando los compuestos activos que desempeñen esta función de forma natural (Yimthin *et al.*, 2021). Probablemente las bacterias en el presente estudio pudieron adquirir plásmidos de otras bacterias resistentes.

Cuadro 1. Clasificación de los halos de inhibición de crecimiento bacteriano a las 24 horas de la colocación de los antibiogramas con su consideración de Resistentes, Intermedios o Sensibles.

Cepa	Antibiótico											
	NF ^a	STX ^e	CL ^b	NOF ^d	CPF ^e	NET ^c	CFX ^b	CF ^a	GE ^a	CB ^a	AK ^b	AM ^a
M28 ^c	R	S	R	I	S	I	R	R	I	R	R	R
MA1 ^b	R	S	R	I	R	S	I	R	R	R	I	R
MA2 ^b	R	S	R	I	S	R	R	R	R	R	R	R
MA3 ^c	R	S	R	R	I	S	I	R	R	R	R	R
MA4 ^a	R	R	I	I	R	R	R	R	R	R	R	R

R: Resistente; I: Intermedio; S: Sensible; AK: Amikacina, AM: Ampicilina, CB: Carbenicilina, CF: Cefalotina, CFX: Cefotaxima, CPF: Ciprofloxacina, CL: Cloranfenicol, GE: Gentamicina, NET: Netilmicina, NF: Nitrofurantoina, NOF: Norfloxacin, STX: Sulfametoxazol/Trimetoprim; Diferente literal por columna de cepa indica diferencia estadísticamente significativa (P<0.05), diferente literal por fila de antibióticos indica diferencia estadísticamente significativa (P<0.05).

CONCLUSIONES

Las bacterias simbióticas de los nematodos entomopatógenos (*Xenorhabdus* y *Photorhabdus*) aislados de suelos agrícolas de estado de Guanajuato presentaron falta de inhibición a los diferentes antibióticos evaluados debido a la posible alta resistencia a los antimicrobianos.

REFERENCIAS

- Bauer, A., Kirby, W., Sherris, J. & Turck, M. (1996). Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *The american journal of clinical pathology*. 45, 493-496.
- Casiraghia, M., McCallb, J.W., Simoncinia, L., Kramerc, L-H., Sacchid, L., C., Genchia, J.H., Werrene, C.B. (2002). Tetracycline treatment and sex-ratio distortion: a role for Wolbachia in the moulting of filarial nematodes? *International Journal for Parasitology*. 32, 1457–1468.
- Clausi, M., Leone, D., Strano, A., Lizio, A., Rappazzo, G., Mulder, M. & Conti, E. (2021). Effects of tetracycline on entomopathogenic nematodes and their bacterial symbionts. *Ecotoxicology*, 30, 705-710. <https://doi.org/10.1007/s10646-021-02383-9>
- Galcu, B., Cimen, H., Karthink-Raja, R. & Hazir, S. (2017). Entomopathogenic Nematodes and their Mutualistic Bacteria: Their Ecology and Application as Microbial Control Agents. *Biopestic. Int.* 13(2), 79-112.
- Hägerbäumer, A., Höss, S., Heininger, P. & Traunspurger, W. 2015. Experimental studies with nematodes in ecotoxicology: an overview. *J Nematol.* (1), 11-27.

- Hatab, M. A., Stuart, R.J. & Gaugler, R. 1998. Antibiotic resistance and protease production by *Photorhabdus luminescens* and *Xenorhabdus poinarii* bacteria symbiotic with entomopathogenic nematodes: variation among species and strains. *Soil Biol. Biochem.* 30(14), 1955-1961. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(98\)00067-4](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(98)00067-4)
- Yimthin, T., Fukruksa, C., Muangpat, P., Dumida, A., Wattanachaiyingcharoen, W. & Vitta, A. (2021). A study on *Xenorhabdus* and *Photorhabdus* isolates from Northeastern Thailand: Identification, antibacterial activity, and association with entomopathogenic nematode hosts. *PLoS ONE*. 16(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255943>

ESTUDIO DE MERCADO DE LA CARNE CAPRINA PARA LOS PRODUCTORES DEL DISTRITO DE COIXTLAHUACA, OAXACA

Misrraim González-López,¹ Tania Donají Ramón-Eslama², Jorge Hernández-Bautista^{2*}, Fernando Cuauhtémoc Solís Cortés², Teóduo Salinas-Ríos²

¹Estudiante de Maestría en Producción Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca (UABJO), Ave. Universidad S/N, Ex Hacienda 5 Señores, 68120 Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México.

²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca (UABJO), Ave. Universidad S/N, Ex Hacienda 5 Señores, 68120 Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México.

*Autor de correspondencia: misrraimgonzalez.09@gmail.com

Resumen

Este estudio hace referencia al ganado caprino como parte del simbolismo cultural que ha otorgado identidad a los productores de la región Mixteca de Oaxaca. El tipo de estudio fue observacional, descriptivo, transversal y prospectivo. Los resultados encontrados fueron que el objetivo es la producción de carne, no se pesan los animales y la comercialización se realiza sin acuerdos de compra-venta con alto grado de intermediación. El 90% comercializa principalmente en pie y el resto le da valor agregado ya sea en canal o en cortes. Existe un elevado porcentaje de restaurantes que han comprado alguna vez carne de caprino y otros que alguna vez han adquirido cortes. El mercado de la ciudad de Monterrey presenta el mayor consumo en forma de cabrito lechal. Asimismo, los consumidores afirmaron haber consumido alguna vez carne de caprino, en donde la forma de consumo más habitual es la barbacoa.

Palabras clave:
Productores, comercialización, valor agregado, consumidores.

Abstract

This study refers to goats as part of the cultural symbolism that has given identity to producers in the Mixteca region of Oaxaca. The type of study was observational, descriptive, cross-sectional and prospective. The results found were that the objective is meat production; the animals are not weighed and marketing is done without purchase-sale agreements with a high degree of intermediation. 90% sell mainly on the hoof and the rest add value either in carcass or in cuts. There is a high percentage of restaurants that have bought goat meat at some point and others that have bought cuts at some point. The market in the city of Monterrey has the highest consumption in the form of suckling goat. Likewise, consumers stated that they have consumed goat meat at some point, where the most common form of consumption is barbecue.

Keywords: Producers, marketing, added value, consumers.

INTRODUCCIÓN

La caprinocultura se desarrolla en ecosistemas donde no es viable la agricultura como las regiones áridas y semiáridas que corresponden al 60% del territorio mexicano, en donde abundan agostaderos con limitados recursos naturales y zonas con alto grado de marginación (Ramos-Martínez *et al.* 2020). La Mixteca Oaxaqueña presenta un 78% de sus municipios en

alta y muy alta marginación, 77.4 % de la población vive en localidades rurales, pequeñas y dispersas, donde la agricultura de temporal y la producción de pequeños rumiantes son sus principales actividades económicas (UTM, 2017). Se puede argumentar que los caprinocultores tienen poco conocimiento de las oportunidades de mercado, lo cual es un detonante para que el ganado solamente se venda a pie de corral y en mercados locales donde no reciben una remuneración apropiada. La comercialización se realiza sin acuerdos de compra-venta con alto grado de intermediación (Luna, 2022). La importancia del estudio de mercado radica en que, al darle a conocer al productor las ventajas de los canales de comercialización le permitirá tomar mejores decisiones en los aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales. El objetivo de la presente investigación fue determinar los canales de comercialización de la carne de caprino a nivel estatal y nacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó, para el caso de los productores en el distrito de San Juan Bautista Coixtlahuaca, ubicado en la región de la Mixteca, Oaxaca. En el caso de los barbacoyeros en cinco municipios de los Valles Centrales de Oaxaca y la Ciudad de México. Lo referente a restaurantes y consumidores en las Ciudades de Oaxaca de Juárez, Ciudad de México y la Ciudad de Monterrey.

Metodología

La investigación se basó en una metodología mixta, desarrollada en un periodo de estudio de mayo a octubre de 2024 empleando como caso de análisis a productores de caprinos bajo sistema familiar. Como no se conocía la localización de los productores y barbacoyeros, se utilizó un muestreo no probabilístico denominado método de la bola de nieve, para el caso de los restaurantes y consumidores se utilizó el método denominado por conveniencia. Se trabajó con 55 unidades de producción, 65 barbacoyeros, 90 restaurantes y 416 consumidores. Se elaboró 4 tipos de encuestas, la primera fue dirigida a productores para determinar la oferta. La segunda fue para los barbacoyeros, la tercera para restaurantes y por último para los consumidores para determinar la demanda. Los cuestionarios para todos los casos fueron elaborados con base a las 8 P's de Kotler (2014), asimismo, se realizó una segmentación de mercado, el tipo de estudio fue observacional, descriptivo, transversal y prospectivo. Las encuestas a productores y barbacoyeros se aplicó de manera presencial, lo referente a restaurantes y consumidores fue de manera digital y presencial.

Análisis de los datos

El análisis de los resultados preliminares ha sido evaluado por el momento, mediante estadística descriptiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Medición de variables

En las unidades de producción caprinas (UPC) de subsistencia el 74.5% se dedican a la crianza de caprinos y ovinos, las de tipo empresarial 1.8% y solo caprinos. El 96% de las UPC no cuentan con marca y el 94% no promueven su producto en las redes sociales. El 90% comercializa principalmente en pie y el resto le da valor agregado ya sea en canal o en cortes.

En lo referente a los barbacoeros, en tres de los cuatro municipios ofrecen barbacoa de carne de caprino, sin embargo, un 52% de los establecimientos ofrecen de ambos. El 37% de los restaurantes encuestados de la ciudad de Oaxaca y Cd de México han comprado alguna vez carne de caprino y el 25% alguna vez han consumido cortes. El mercado de la ciudad de Monterrey presenta el mayor consumo en forma de cabrito lechal. Asimismo, el 63.7% de los consumidores si han consumido alguna vez carne de caprino, en donde la forma de consumo más habitual es la barbacoa.

Cuadro 1. Variables evaluadas en el estudio

Variables	Subsistencia	Transición	Empresarial
Caprinos	8.9	22.2	100.0
Ovinos y caprinos	91.1	77.8	0.0

Fuente: elaboración propia.

El consumidor final manifiesta conocer al ganado caprino de acuerdo a su etapa fisiológica y existe un elevado porcentaje de consumidores que han adquirido en cortes, canal completa y media canal, siendo el sexo femenino el que presenta un mayor dinamismo de participación.

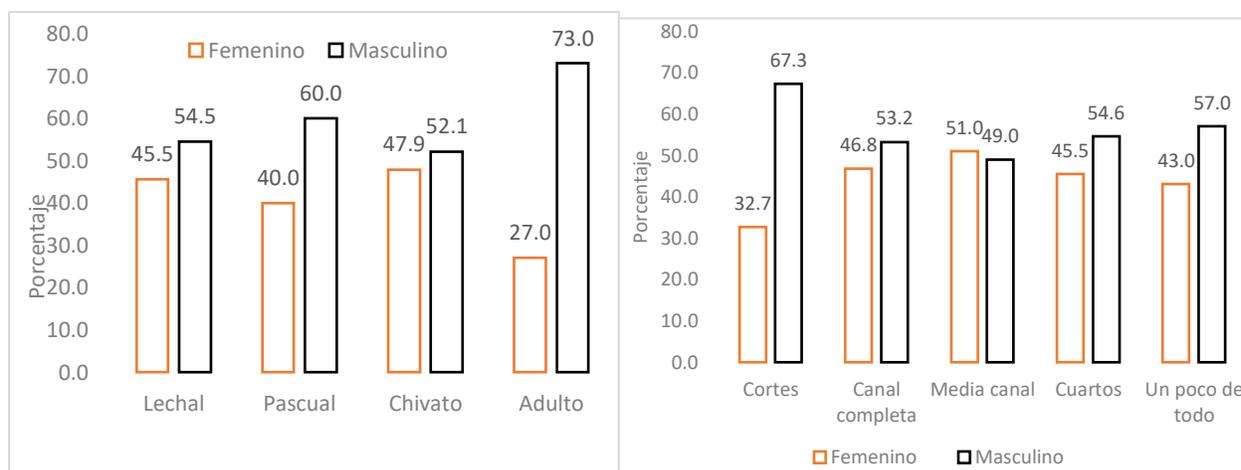


Figura 1. A) Participación porcentual de consumidores que conocen a los caprinos según su etapa fisiológica; B) Participación porcentual de consumidores que adquieren carne de caprino según su tipo.

CONCLUSIONES

La caprinocultura es altamente dependiente del mercado de la barbacoa. La oferta de carne de caprino por parte de los productores del distrito de estudio está condicionado a su venta en pie, sin embargo, existen productores en transición y de tipo empresarial que dan valor agregado. Los barbacoeros demandan una buena cantidad de este producto de manera semanal. Los restaurantes de la ciudad de México y Oaxaca de Juárez a pesar que no ofrecen en el menú a la carne caprina, si estarían dispuestos a incluirlo y ofrecerlo a los consumidores. El mercado de la ciudad de Monterrey es muy particular y piden que la carne en canal cuente con sello tipo TIF para poder comercializar, además de que el productor emita factura. El negocio de la carne de caprino tiene potencial, pero al ser más exigente, su atención requiere productores más profesionales y esfuerzos de promoción importantes.

FINANCIAMIENTO: Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONAHCyT) por el apoyo económico otorgado para la realización de mis estudios de Maestría.

AGRADECIMIENTOS: Al cuerpo académico del Posgrado en Producción Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca (UABJO), por la oportunidad de realizar mis estudios de maestría.

CONFLICTO DE INTERESES: Los participantes en este estudio, declaramos que no existe conflicto de interés por el envío de este manuscrito.

REFERENCIAS

- Ramos-Martínez J, Salinas-González H, Medina-Elizondo M. (2020). La organización y agrupación como eje toral para el diseño de esquemas de atención a caprinocultores en el norte de México: Estudio de caso. *AbanicoVet*;10 (1):1-19. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2020.13>
- Kotler P, Armstrong, G. (2014). *Marketing*. Pearson Educación. Décimo cuarta edición. México, pp. 104.
- Luna O. R.A. (2021). Oportunidades del mercado caprino-carne según el tipo de caprinocultor (Tesis de Doctorado). Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Edo de México. http://colposdigital.colpos.mx:8080/bitstream/handle/10521/4684/Luna_Olea_RA_DC_Economia_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- UTM. Universidad Tecnológica de la Mixteca. Diagnóstico Regional de la Mixteca (2017). Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado, Oaxaca.

EVALUACIÓN DE ANTIBIOGRAMAS DE BACTERIAS *PHOTORHABDUS* AISLADAS DE SUELOS PECUARIOS DE GUANAJUATO.

Esmeralda Aritzel Juárez-Chino.¹, Aylín Elena Jaime-Hernández², Abner Josué Gutiérrez-Chávez³, Mauricio Valencia-Posadas³, Ana Marta Cruz-Avalos⁴, Oscar Guadalupe Barron-Bravo⁵, Cesar Andrés Ángel-Sahagún^{3*}

¹Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Guanajuato.

²Maestría en Producción Pecuaria. Universidad de Guanajuato.

³Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Guanajuato.

⁴Departamento de Agronomía. Universidad de Guanajuato.

⁵Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CIRNE, Campo Experimental Las Huastecas, Altamira, Tamaulipas, México.

*Autor de correspondencia: csahagun@ugto.mx

Resumen

El uso indebido de los antibióticos ha dado lugar a la aceleración de la resistencia de bacterias a los antibióticos, extendiéndose y afectando la salud tanto humana como animal. El objetivo del presente estudio fue determinar la resistencia de *Photorhabdus* a los antibióticos comúnmente utilizados en la ganadería. Las bacterias *Photorhabdus* están estrechamente relacionadas con los nematodos de la especie *Heterorhabditis* spp presente en suelos pecuarios distribuidos a través de la región de Guanajuato. Se infectaron larvas de *G. Mellonella* utilizando el método de trampa para insectos, después se aislaron las bacterias entomopatógenas para determinar su susceptibilidad a los antibióticos. Los resultados mostraron una alta proporción de bacterias resistentes a los antimicrobianos (más del 70%). Se concluye que existe falta de susceptibilidad de *Photorhabdus* a los antibióticos comúnmente utilizados en la ganadería.

Palabras clave:
Photorhabdus, suelos pecuarios, antibióticos.

EVALUATION OF ANTIBIOGRAMS OF PHOTORHABDUS BACTERIA ISOLATED FROM LIVESTOCK SOILS OF GUANAJUATO.

Abstract

The misuse of antibiotics has led to the acceleration of resistance in bacteria, spreading and affecting both human and animal health. The aim of the present study was to determine the resistance of *Photorhabdus* to antibiotics commonly used in livestock. *Photorhabdus* bacteria are closely related to nematodes of the *Heterorhabditis* spp species present in livestock soils distributed throughout the Guanajuato region. *G. Mellonella* larvae were infected using the insect trap method, then entomopathogenic bacteria were isolated to determine their susceptibility to antibiotics. The results showed a high proportion of antimicrobial-resistant bacteria (more than 70%), alerting to the increase in bacterial resistance of *Photorhabdus* present in peculiar soils of the state of Guanajuato.

Keywords:
Photorhabdus, livestock soils, antibiotics.

INTRODUCCIÓN

El uso de antibióticos significó una gran innovación para la medicina, ya que gracias a ellos se han salvado millones de vidas, sin embargo, su uso indebido o desmedido ha desencadenado un incremento en la resistencia bacteriana, amenazando la salud pública mundial (Alós, 2015). La resistencia, en gran medida, se debe a que un alto porcentaje de los antibióticos, tanto en humanos como animales, son excretados sin ser alterados, sumado al déficit de tratamiento de aguas residuales que da como resultado que sean liberados en la biosfera funcionando como factores que favorecen a las bacterias que, por mutaciones aleatorias, desarrollan la capacidad de resistir su acción, lo que les permite sobrevivir cuando están expuestas a estos medicamentos (Rodríguez *et al.*, 2021).

Algunas bacterias que se pueden encontrar expuestas a los antibióticos son las del género *Photorhabdus*, bacterias gramnegativas las cuales viven como simbiosis en los intestinos de nematodos de la especie *Heterorhabditis* spp, que originalmente habitan en el suelo (Abd *et al.*, 2021), los suelos pecuarios son comúnmente habitados por los nematodos entomopatógenos y son probablemente los primeros afectados por los antibióticos excretados por los animales en el establo. En el suelo los nematodos infectan a los insectos y liberan las bacterias en la hemolinfa, donde se multiplican y provocan la muerte del insecto (Gerdes *et al.*, 2015). Por lo antes descrito es necesario estudiar los perfiles de estas bacterias para entender de mejor manera el desarrollo de la resistencia a diversos antibióticos, lo que puede ayudar a prevenir la propagación de genes en el ambiente (Rodríguez *et al.*, 2020). El objetivo del presente estudio fue determinar la resistencia de *Photorhabdus* a los antibióticos comúnmente utilizados en la ganadería.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Laboratorio de Parasitología y Control Biológico (LPCB) de la Universidad de Guanajuato ubicado en la Ex-Hacienda el Copal, carretera Irapuato-Silao km 9, Irapuato, Guanajuato. El estudio se realizó con cinco cepas de la bacteria *Photorhabdus* previamente aisladas en el laboratorio, las cuales se obtuvieron a partir de nematodos encontrados en muestras de suelos pecuarios del estado de Guanajuato.

Una vez que se obtuvieron los aislados de nematodos entomopatógenos se comenzaron a alimentar con larva de *G. Mellonella* y tras confirmar la infección de las larvas se lavaron en una solución de hipoclorito de sodio al 3% y fueron transferidas individualmente a una trampa de White modificada, aplicando humedad excesiva con el fin de despojar a los nematodos de las larvas infectadas para ello, se incubaron a una temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 3 días en oscuridad (Abd, 2021). Obtenidos los nematodos se realizó el aislamiento de bacterias entomopatógenas, para lo cual se tomaron 200 μl de nematodos vertiéndolos de forma tónica sobre larvas del quinto estadio, ubicando 2 en cada caja Petri con papel filtro húmedo, repitiendo la incubación del proceso anterior; después de este tiempo se realizó otro monitoreo, y al confirmarse nuevamente la infección se extrajo la hemolinfa del insecto con una jeringa de 1 ml, asperjando el contenido sobre el agar MacConkey. Posteriormente, se dejó incubar durante 72 horas a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, al observar un crecimiento de colonias bacterianas se inició la obtención del cultivo puro, utilizando una campana de extracción y cerca de un mechero, en caldo Mueller Hinton, se incubó durante 48 horas en agitación, en total oscuridad a una temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ (Muangpat *et al.*, 2017). Después de la incubación, se realizó la técnica de dispersión en disco, tomando 40 μl de una de las cepas y depositándose en el

centro del medio de cultivo con agar Mueller Hinton. Posteriormente, la caja de Petri con el medio de cultivo se colocó sobre un dispersor celular, y las bacterias se dispersaron utilizando un asa triangular, repitiendo el procedimiento por cada cepa aislada. Una vez dispersas completamente las bacterias, con pinzas estériles se colocaron los sensidiscos sobre el cultivo utilizando antibiogramas PT-35 Multibac I.D. para bacterias Gram- que incluyen los siguientes antibióticos: Amikacina (AK), Ampicilina (AM), Carbencilina (CB), Cefalotina (CF), Cefotaxima (CFX), Ciprofloxacina (CPF), Cloranfenicol (CL), Gentamicina (GL), Netilmicina (NET), Nitrofurantoína (NF), Norfloxacina (NOF) y Sulfametoxazol/Trimetoprim (STX), dejándose incubar durante 24 horas a una temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ (Mendoza, 2024). Cada cepa de bacterias entomopatógenas tuvo 4 repeticiones. Después del período de incubación, se evaluó de forma cuantitativa la sensibilidad de cada cepa bacteriana a los antibióticos, midiendo el diámetro del halo de inhibición formado alrededor de los discos utilizando un vernier digital. Se incluyeron dos grupos testigos: uno con solo el cultivo bacteriano y otro como testigo blanco (sin muestra). Según la medida de diámetro, las cepas se clasificaron como: sensibles, intermedias o resistentes (Abd, 2021). Los resultados fueron analizados estadísticamente con un análisis de varianza completamente al azar, con arreglo factorial, en el cual los factores utilizados fueron: Factor A: Antibiótico, con 12 niveles (Amikacina (AK), Ampicilina (AM), Carbenicilina (CB), Cefalotina (CF), Cefotaxima (CFX), Ciprofloxacina (CPF), Cloranfenicol (CL), Gentamicina (GL), Netilmicina (NET), Nitrofurantoína (NF), Norfloxacina (NOF) y Sulfametoxazol/Trimetoprim (STX)) y Factor B: Cepa, con 5 niveles (M18, M40, M35, M26 y M4) y sus interacciones de primer grado; posteriormente se realizó una prueba de comparación de medias por el método de Tukey ($P<0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en los grupos testigos se observó crecimiento normal del cultivo bacteriano, mientras en el grupo blanco no se observó crecimiento. Se examinó en los resultados la falta de inhibición con la clasificación de Resistente de un 75% de las cepas, de Intermedio de un 13.3 y de Sensible de un 11.7%, observando que los antibióticos que presentaron una Resistencia del 100% fueron Nitrofurantoína, Cloranfenicol, Netilmicina, Cefotaxima, Cefalotina, Carbenicilina, Amikacina, Ampicilina. La cepa que presentó una resistencia del 100% fue M4 y la que presentó mayor sensibilidad fue M40 (Cuadro 1). El análisis estadístico mostró que existieron diferencias estadísticas significativas en los factores y sus interacciones ($P<0.05$), mientras que la prueba de Tukey formó dos grupos para el factor cepa donde el más sobre saliente fue el conformado por la cepa M4, la cual presenta la mayor cantidad de resistencia a los antibióticos; para el factor antibiótico formó cuatro grupos, en los cuales el más sobre saliente está conformado por Norfloxacina, Cloranfenicol, Netilmicina, Cefotaxima, Cefalotina, Carbenicilina, Amikacina, Ampicilina en los cuales todas las cepas resultaron resistentes ($P<0.05$).

Escobar *et al.* (2022) evaluaron cepas de *Staphylococcus aureus* de muestras de vacas lecheras en Ecuador, observando una sensibilidad en el cloranfenicol del 95.6 %, mientras que en el presente estudio se observó una resistencia del 100%. Además, el Sulfametoxazol/Trimetoprima fue sensible al 100%, mientras que en el presente estudio solo fue sensible un 40%. La diferencia de estos valores podría deberse a la procedencia de los estudios, probablemente reflejando las regulaciones de medicamentos entre cada país.

Hatem *et al.* (2013) evaluaron 55 aislados de *Corynebacterium* obtenidos de abscesos de cabras y ovejas en Giza, observaron una resistencia a la Ampicilina de 94.2% siendo similar al presente estudio, en la Amikacina presentó sensibilidad del 87.2%, menor que en el presente estudio; el Ciprofloxacina presentó 40% de sensibilidad, en el presente estudio fue mayor; la Gentamicina presentó 81.8% de sensibilidad la cual fue mayor que en el presente estudio; el Sulfametoxazol/Trimetoprima presentó sensibilidad del 100%, mayor que en el presente estudio. Podría ocurrir esto ya que ambos estudios se realizaron en diferentes países, pudiendo verse discrepados ambos resultados.

Cuadro 1. Clasificación de los halos de inhibición de crecimiento bacteriano a las 24 horas de la colocación de los antibiogramas con su consideración de Resistentes, Intermedios o Sensibles.

Cepa	Antibiótico											
	NF ^a	STX ^c	CL ^{ab}	NOF ^{bc}	CPF ^c	NET ^a	CFX ^a	CF ^a	GE ^c	CB ^a	AK ^a	AM ^a
M18 ^b	R	I	R	I	S	R	R	R	I	R	R	R
M40 ^b	R	S	R	I	S	R	R	R	S	R	R	R
M35 ^b	R	S	R	I	I	R	R	R	R	R	R	R
M26 ^b	R	I	R	I	S	R	R	R	S	R	R	R
M4 ^a	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

R: Resistente; I: Intermedió; S: Sensible. AK: Amikacina, AM: Ampicilina, CB: Carbenicilina, CF: Cefalotina, CPF: Ciprofloxacina, CL: Cloranfenicol, NF: Nitrofurantoína, STX: Sulfametoxazol/Trimetoprima, NOF: Norfloxacino, NET: Netilmicina, CFX: Cefotaxima, GE: Gentamicina. Diferente literal por columna de cepa indica diferencia (P<0.05), distinta literal por fila de antibióticos indica diferencia (P<0.05).

CONCLUSIONES

Las bacterias *Photorhabdus* aisladas de suelos pecuarios del estado de Guanajuato presentan resistencia a antibióticos utilizados en la ganadería.

REFERENCIAS

- Abd-Elgawad, M. M. (2021). *Photorhabdus* spp.: an overview of the beneficial aspects of Mutualistic bacteria of insecticidal nematodes. *Plants*, 10(8), 1660.
- Alós, J. I. (2015). Resistencia bacteriana a los antibióticos: una crisis global. *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, 33(10), 692-699.
- Escobar, M., Gonzáles, A., Buela, L., Cuenca, M., Guamán, M. & Yarzabal L. (2023). Detección de cepas multirresistentes de staphylococcus aureus en leche de vacas con mastitis clínica y sub-clínica, en el cantón biblián, provincia de cañar. ecuador. *Investigación Clínica*. 63. 425-436.
- Gerdes, E., Upadhyay, D., Mandjiny, S., Bullard-Dillard, R., Storms, M., Menefee, M., & Holmes, L. D. (2015). *Photorhabdus luminescens*: virulent properties and agricultural applications. *American Journal of Agriculture and Forestry*, 3(5), 171-177.
- Hatem, M & Arab, R & Ata, Nagwa & Abd El-Moez, Sherein & Khairy, Eman & Fouad, Ehab. (2013). Bacterial Abscessation in Sheep and Goat in Giza Governorate with Full Antibiogram Screening. *Global Veterinaria*. 10. 372-381.
- Mendoza, J. I. M. (2024). Determinación de resistencia a antibióticos en una colección de cepas de bacterias de *Pseudomonas aeruginosa*. *Benemérita Universidad Autónoma De Puebla*.
- Muangpat, P., Yooyangket, T., Fukruksa, C., Suwannaroj, M., Yimthin, T., Sitthisak, S., ... & Thanwisai, A. (2017). Screening of the Antimicrobial Activity against Drug Resistant Bacteria of *Photorhabdus* and *Xenorhabdus* Associated with Entomopathogenic Nematodes from Mae Wong National Park, Thailand. *Frontiers in microbiology*, 8, 1142.
- Muangpat, P., Suwannaroj, M., Yimthin, T., Fukruksa, C., Sitthisak, S., Chantratita, N., ... & Thanwisai, A. (2020). Antibacterial activity of *Xenorhabdus* and *Photorhabdus* isolated from

entomopathogenic nematodes against antibiotic-resistant bacteria. *PLoS One*, 15(6), e0234129.

Rodríguez, F., Elías, R., Bolívar-Anillo, H., Hoyos Turcios, C., Carrillo García, L., Serrano Hernández, M., & Abdellah, E. (2020). Resistencia antibiótica: el papel del hombre, los animales y el medio ambiente. *Revista Salud Uninorte*, 36(1), 298-324.

RABIA BOVINA EN MEZCALAPA: ANÁLISIS REGIONAL DE LA PERCEPCIÓN GANADERA Y LA REALIDAD EPIDEMIOLÓGICA

Galilea Galindo-Pérez.^{1*}  y Miguel Ángel Orantes-Zebadúa.¹

¹Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH). Carretera Chicoasén - Malpaso Km. 24.3, San Miguel El cocal.

*Autor de correspondencia: galilea.galindo07@unach.mx

Resumen

La rabia es una enfermedad zoonótica letal que afecta al sistema nervioso central, representando un riesgo significativo para la ganadería. Este estudio evaluó la prevalencia de rabia paralítica bovina en la Región III Mezcalapa entre 2019-2024 mediante la recopilación de datos oficiales. Adicionalmente, se realizaron encuestas a ganaderos, productores y personal del sector pecuario para evaluar su conocimiento sobre la enfermedad y documentar los métodos de protección implementados en sus hatos. La enfermedad, causada por un virus del género *Lyssavirus* y conocida localmente como "Derriengue", mostró una prevalencia del 0.0046%. Este porcentaje es notablemente bajo comparado con los casos sospechosos no reportados en la región, evidenciando la necesidad de fortalecer el sistema de reporte obligatorio y la concientización entre productores.

Palabras clave: Rabia bovina, Epidemiología, Concienciación ganadera, Vigilancia sanitaria

BOVINE RABIES IN MEZCALAPA: A REGIONAL ANALYSIS OF FARMERS' PERCEPTION AND EPIDEMIOLOGICAL REALITY

Abstract

Rabies is a lethal zoonotic disease that affects the central nervous system, posing a significant risk to livestock. This study assessed the prevalence of bovine paralytic rabies in Region III Mezcalapa between 2019-2024 through the collection of official data. Additionally, surveys were conducted with ranchers, producers, and livestock sector personnel to evaluate their knowledge of the disease and document the protective measures implemented in their herds. The disease, caused by a virus of the *Lyssavirus* genus and locally known as "Derriengue," showed a prevalence of 0.0046%. This percentage is notably low compared to unreported suspected cases in the region, highlighting the need to strengthen the mandatory reporting system and raise awareness among producers.

Keywords: Bovine rabies, Epidemiology, Farmer awareness, Health surveillance

INTRODUCCIÓN

La rabia es una enfermedad zoonótica letal causada por un virus neuro-trópico del género *Lyssavirus*, familia *Rhabdoviridae*. Su principal vector hacia el ganado bovino es el murciélago hematófago *Desmodus rotundus* (Bárceñas *et al.*, 2015). En bovinos se conoce coloquialmente como "Derriengue" debido a la parálisis característica del tren posterior que desarrollan los animales infectados (Silva *et al.*, 2019).

En México, la enfermedad mantiene una presencia significativa, registrándose 284 casos positivos en 2019. Según SENASICA, 1,836 municipios mantienen estatus de "control", mientras que 535 son considerados "libre natural". En Chiapas, se reportaron 87 casos de

rabia paralítica bovina entre 2017 y 2019. Actualmente, SENASICA opera la Campaña Nacional para la prevención y control de la rabia en bovinos y especies ganaderas en 26 estados, siguiendo la NOM-067-ZOO-2007 (Álvarez, 2021; SENASICA, 2023, a).

Esta investigación tiene como objetivo estimar la prevalencia y distribución de la rabia paralítica bovina en la Región, analizando el conocimiento de los productores y los factores que influyen en su propagación, para proporcionar información que contribuya a su prevención y control.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Región III Mezcalapa, con énfasis en el municipio de Copainalá, donde se realizaron encuestas a productores y ganaderos. Esta región fue seleccionada debido a su relevancia en la actividad pecuaria y la presencia de casos de rabia paralítica bovina reportados en años recientes.

Metodología

La investigación se desarrolló en dos etapas: de campo y documental. La fase de campo consistió en la aplicación de encuestas a productores y ganaderos para evaluar su conocimiento sobre la rabia bovina y las medidas preventivas implementadas. No se establecieron restricciones de nivel educativo, lo que permitió obtener una visión más amplia sobre la percepción del sector ganadero y los desafíos en la vigilancia y control de la enfermedad. En paralelo, la investigación documental incluyó la revisión de artículos científicos, libros, revistas y sitios web especializados, así como la solicitud de información oficial a SENASICA y al Comité de Fomento y Protección Pecuaria del Estado de Chiapas sobre casos de rabia paralítica bovina en la Región III Mezcalapa entre 2019 y 2024.

Análisis de los datos

Los datos recopilados fueron organizados en hojas de cálculo y se calculó la prevalencia de la enfermedad, relacionando los casos positivos de rabia (2019-2024) con la población total de semovientes expuesta. El resultado se expresó en porcentaje para evaluar su impacto en la ganadería local.

RESULTADOS

Las encuestas aplicadas a los ganaderos en Copainalá revelaron que el 96% de los encuestados conoce la rabia paralítica bovina, identificándola como "Derriengue". Además, el 90% reconoció al murciélago como principal transmisor, y el 94% reportó vacunar a su ganado, aunque solo el 85% sigue un calendario de vacunación. A pesar del alto nivel de conocimiento, el 66% de los ganaderos que han tenido casos positivos manejan la enfermedad sin reportarla a autoridades, lo que limita la vigilancia epidemiológica.

Para la prevención, el 68% de los ganaderos almacena las vacunas en termos con hielo durante su aplicación, mientras que el 32% usa hieleras. El 71% prefiere vacunar en las primeras horas del día para evitar la degradación del biológico por exposición al calor. Además de la vacunación, algunos productores mencionaron el uso de métodos de control de murciélagos hematófagos, como la aplicación de ungüentos vampiricidas en las heridas del ganado, aunque este procedimiento requiere personal capacitado.

Derivado de estos hallazgos, se solicitó información oficial a SENASICA, confirmando 10 casos de rabia en bovinos y 2 en murciélagos entre 2019 y 2024 en la Región III Mezcalapa. La prevalencia calculada fue del 0.046%, evidenciando la necesidad de fortalecer la educación sanitaria, mejorar la conservación de vacunas y promover la notificación oportuna de casos.

Cuadro 1. Mapa de los municipios con presencia de rabia 2019-2024 (SENASICA, 2024)

CASOS DE RABIA PRESENTADOS DE 2019-2024 (SENASICA, 2024)	
MUNICIPIOS	NO. CASOS
TECPATÁN	2
SAN FERNANDO	1
BERRIOZABAL	1
COPAINALÁ	1
FRANCISCO LEÓN(FL*)	2
OCOTEPEC	1
COAPILLA	2
OSUMACINTA	1
MALPASO	1
	TOTAL: 12

Nota: Los casos reportados en FL* son de Murciélagos hematófagos.

CONCLUSIÓN

Los hallazgos de este estudio ofrecen una visión clara sobre la situación de la rabia bovina parálitica en la Región de Mezcalapa. Aunque la prevalencia de la enfermedad es baja, esto no implica que el problema esté controlado, sino que también refleja la falta de reportes y el desconocimiento de los productores sobre la importancia del registro y notificación de casos. La falta de conciencia sobre la vacunación y las medidas preventivas sigue siendo una barrera en la lucha contra esta enfermedad.

A pesar de los avances en Medicina Veterinaria y la existencia de vacunas efectivas, muchos ganaderos desconocen la relevancia de la inmunización sistemática de su ganado. Esto no solo compromete la salud del hato ganadero, sino que también dificulta la vigilancia epidemiológica. La ausencia de reportes oportunos limita el desarrollo de estrategias de control adecuadas y pone en riesgo la salud animal y humana, dado el carácter zoonótico de la enfermedad.

Para reducir el impacto de la rabia bovina en la región, es fundamental implementar medidas preventivas como:

- a. Vacunación temprana y sistemática: Aplicar la primera dosis en terneros a los 3 meses de edad, con refuerzos cada 4-6 meses en jóvenes y anualmente en adultos.
- b. Cumplimiento de calendarios de vacunación: Implementar registros adecuados para garantizar la cobertura total en los hatos ganaderos.
- c. Conservación de la cadena fría: Capacitar a los productores sobre la correcta manipulación y almacenamiento de las vacunas para mantener su efectividad.
- d. Capacitación y concienciación: Desarrollar talleres y programas informativos sobre la importancia de la vacunación y el reconocimiento temprano de los signos clínicos.
- e. Fomento de la notificación de casos: Facilitar el acceso a las instituciones sanitarias y promover la cultura del reporte epidemiológico.

El establecimiento de estas estrategias permitirá mejorar el control de la enfermedad y reforzar la sanidad ganadera en la región, minimizando los riesgos tanto para los animales como para la población humana expuesta.

REFERENCIAS

- Álvarez, M.J.A., Aguilar, R.F., Figueroa, M.J.V., Lagunes, Q.R.E., Loza, R.E., Morales, A.J.F., Rojas, M.C., Rodríguez, C.S.D., Santillán, F.M.A & Socci, E.G.A., (2021) Antecedentes y perspectivas de algunas enfermedades prioritarias que afectan a la ganadería bovina en México. *Rev. Mex Cienc. Pecu.* 2021; 12(Supl3): 111-148.
- Bárcenas, R. I., Loza-Rubio, E., Zendejas-Martínez, H., Luna-Soria, H., Cantó-Alarcón, G. J., & Milián-Suazo, F. (2015). Comportamiento epidemiológico de la rabia paralítica bovina en la región central de México, 2001-2013. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 38, 396-402.
- SENASICA, (2023, a) Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Disminuyeron en el país casos de rabia paralítica bovina.
- SENASICA, (2024, b). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria.
- Silva, A., de la Torre, M., & Grajales, J. (2019). Derriengue (Rabia paralítica bovina) y el murciélago hematófago. *Ciencia y Mar*, 23(68), 87-96.

**CARACTERIZACIÓN DEL PROTEOMA DE PUPAS REALES DE *Apis mellifera* L.
Delcer Guadalupe Ruiz-Pérez¹. Roberto De la Rosa –Santamaría^{1*}. Itzel López-
Rosas². Said Cadena-Villegas¹. Francisco Izquierdo-Reyes¹. Jenner Rodas-Trejo³.**

¹Campus Tabasco, Colegio de Postgraduados (COLPOS), Periférico Carlos A. Molina S/N Km. 3, Periférico Carlos A Molina SN, Ranchería Río Seco y Montaña, 86500 Cárdenas, Tabasco.

²Instituto Tecnológico de Chiná. C. 11, Cementerio, 24520 San Francisco de Campeche, Campeche.

³Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa, Campus XI. Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Carretera Chicoasén- Malpaso km 24.3 Col. San Miguel Los Cocos, Copainalá, Chiapas, México.

*Autor de correspondencia: robdelarosas@colpos.mx

Resumen

Se caracterizó el proteoma de pupas de reinas de *Apis mellifera*, para determinar su potencial como alimento nutracéutico y funcional. Se utilizó el método Doolittle para la cría de reinas, cuyas muestras de los estadios pupales E1 al E6 se analizaron mediante cromatografía líquida, espectrometría de masas y técnicas bioinformáticas. Se identificaron 15 proteínas distribuidas en diferentes estadios. En E1 se identificaron la Isoforma X2 de la proteína Caf1 y el precursor de vitelogenina; en E2, tres proteínas relacionadas con procesos energéticos y genéticos; en E3, proteínas involucradas en el metabolismo de azúcares y estructura celular; en E4, proteínas relacionadas con estrés celular y procesos oxidativos; y en E5, tres proteínas vinculadas al transporte molecular y metabolismo energético, los resultados del estadio E6 no fueron concluyentes. El análisis proteómico de las pupas de *Apis mellifera* L. revela un perfil proteico complejo que varía según el estado de desarrollo.

Palabras clave: Abeja melífera, nutracéutica, alimentos funcionales, proteómica.

TITLE OF WORK IN ENGLISH

Abstract

In this study, the proteome of *Apis mellifera* queen pupae was analyzed to determine its potential as a nutraceutical and functional food. The Doolittle method was used for queen rearing, and six pupal developmental stages (E1-E6) were analyzed using liquid chromatography, mass spectrometry, and bioinformatics techniques. Fifteen proteins with relevant biological functions were identified across different stages. In E1, Isoform X2 of the Caf1 protein and the vitellogenin precursor were detected; in E2, three proteins related to energy and genetic processes; in E3, proteins involved in sugar metabolism and cellular structure; in E4, proteins associated with cellular stress and oxidative processes; and in E5, three proteins linked to molecular transport and energy metabolism. Proteomic analysis of *Apis mellifera* L. pupae reveals a complex protein profile that varies depending on the developmental stage.

Keywords: Honey bee, nutraceutical, proteomics.

INTRODUCCIÓN

Los insectos y productos extraídos de ellos han sido usados con fines nutricionales y medicinales desde tiempos ancestrales, con alrededor de 1900-2100 especies registradas en el mundo. En los últimos años esta práctica ha recibido mayor atención debido a los usos

terapéuticos y al creciente enfoque nutracéutico y funcional de los alimentos (Kaur *et al.*, 2023), en el que se ubican los productos procedentes de las abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) como la jalea real, miel, propóleo, polen y larvas que se destacan por su contenido orgánico. La jalea real contiene aproximadamente 185 componentes, incluyendo vitaminas, minerales, proteínas específicas como la royalactina, y compuestos únicos como el ácido 10-hidroxi-2-decenoico (10-HDA), que fortalecen el sistema inmunológico, al igual que la quitina del exoesqueleto (Collazo *et al.*, 2021). Así, la composición de los productos obtenidos mediante la cría de reinas, podría favorecer la nutrición y el estado saludable de los consumidores, aunque muchos de sus componentes y efectos aún se desconocen (Collazo *et al.*, 2021). Por lo tanto, el objetivo del estudio fue caracterizar el proteoma de las pupas reales de *Apis Mellifera* para determinar su potencial como alimento nutracéutico y funcional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo se llevó a cabo en el Municipio de Huimanguillo, Tabasco.

Metodología

Se realizó un análisis descriptivo observacional del estado de pupa de reina de *A. mellifera* durante el periodo de 10 a 15 días de desarrollo dentro de la celda real. La obtención de pupas se realizó mediante el método Doolittle (Büchler *et al.*, 2013). Las fases del método incluyeron: registro de la ovipostura de la reina, eclosión de huevos, preparación de la colonia iniciadora, traslarve a copaceldas de cera, observación del desarrollo y recolección de pupas. Para el análisis proteómico, las muestras se prepararon mediante lavados con Tris-Cl, suspensión en RapiGest SF, lisis celular por sonicación, clarificación por centrifugación y cuantificación de proteínas utilizando el kit Pierce Micro BCA.

Análisis de los datos

La identificación de péptidos recuperados por LC-MS/MS se realizó mediante búsqueda en bases de datos MASCOT, NCBI, UniProt e Hymenopteramine, analizando secuencias, tamaño, peso y función de cada proteína identificada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre los seis estadios pupales analizados, se identificaron 15 proteínas principales con diversas funciones biológicas, estructurales, enzimáticas y de transporte (Ruiz *et al.*, 2024):

En el estadio E1 se identificaron 2 proteínas: la Isoforma X2 de la proteína Caf1 (48.1 kDa) que regula la transcripción del ADN, y un precursor de vitelogenina (20.1 kDa) importante para el transporte de lípidos y como reservorio de nutrientes. En el estadio E2 se identificaron tres proteínas: la Enzima E2 N conjugadora de ubiquitina (17.2 kDa) que transfiere ATP y grupos funcionales, la flavoproteína-ubiquinona oxidoreductasa (67 kDa) que interviene en la transferencia de electrones, y el factor 19 procesador de preARNm que participa en la eliminación de intrones. En el estadio E3 se identificaron tres proteínas: la Aldosa reductasa (36 kDa) para el metabolismo de azúcares, la proteína similar al factor de remodelación del nucleosoma (18 kDa) que modifica la estructura de la cromatina, y la subunidad 2 de dinactina para el transporte celular. En el estadio E4 se encontró: la proteína de estrés calórico 60 A (60.4 kDa) que funciona como chaperón, la tiorredoxina reductasa (53.2 kDa) y la isoforma 2 de tiorredoxina reductasa 1 (54.2 kDa), relacionadas con homeostasis redox. En el estadio E5 se identificaron cuatro proteínas, sin embargo solo tres se han descrito: la

proteína de exportación relacionada con NTF2 (14.7 kDa) para transporte entre núcleo y citoplasma, la acil-CoA deshidrogenasa (46.5 kDa) para oxidación de ácidos grasos, y la glutamato deshidrogenasa isoforma mitocondrial X2 (45.8 kDa) para el metabolismo de aminoácidos. En cuanto al estadio E6, la identificación de los péptidos presentes no fue concluyente.

Desde una perspectiva nutracéutica, las proteínas identificadas ofrecen un potencial por sus actividades antioxidantes y de regulación metabólica. La aldosa reductasa es importante para el control de diabetes (Hernández *et al.*, 2011), la glutamato deshidrogenasa para el metabolismo de aminoácidos y proporción de energía, la vitelogenina como fuente de nutrientes e inmunoestimulante, y la proteína de choque térmico 60 A muestra potencial terapéutico para enfermedades cardiovasculares.

Las proteínas identificadas revelan procesos regulatorios que van desde la síntesis hormonal de vitelogenina hasta la protección celular mediante proteínas como HSP60 A y tiorredoxina reductasa, demostrando la sofisticación biológica durante la metamorfosis de las abejas reinas.

CONCLUSIONES

El análisis proteómico de las pupas de *Apis mellífera* L. revela un perfil proteico complejo que varía según el estado de desarrollo, manifestándose en aspectos fundamentales del metabolismo, de la respuesta al estrés oxidativo y de la regulación celular.

AGRADECIMIENTOS: Al CONHACYT por el apoyo de la beca de Maestría que permitió llevar a cabo el presente estudio

REFERENCIAS

- Kaur, G., Sarao, P. and Chhabra, N. (2023). Therapeutic use of insects and insect roducts: entomotherapy. *Indian Journal of Entomology*. 85 (3): 01-10. Doi:10.55446/IJE.2023.964.
- Collazo, N., Carpena, M., Nuñez, E. B., Otero, P., Simal, G. J. y Prieto, M.A. (2021). Health Promoting Properties of Bee Royal Jelly: Food of the Queens. *Nutrients* 13 (2): 543. <https://doi.org/10.3390/nu13020543>
- Büchler, R., Andonov, S., Bernstein, R., Bienefeld, K., Costa, C., Du, M. and Wilde, J. 2024. Standard methods for rearing and selection of *Apis mellifera* queens 2.0. In V. Dietemann, P. Neumann, N. L. Carreck, & J. D. Ellis (Eds.). *The COLOSS BEEBOOK 2.0, Volume I: Standard methods for Apis mellifera research*. *Journal of Apicultural Research*. 63(1): 1–57. <https://doi.org/10.1080/00218839.2023.2295180>.

EXTRACTOS VEGETALES DE ROMERO (*Rosmarinus officinales* L.) SOBRE EL CICLO BIOLÓGICO DE LAS GARRAPATAS (*Rhipicephalus microplus*) EN BOVINOS

Imelda Pilar Aguilar Castillo¹, Carlos Ibarra Martínez¹, Eduardo Aguilar Astudillo², Carlos Miranda Videgaray³, José del Carmen Rejón Orantes³, Gerardo Uriel Bautista Trujillo^{3*}

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia C-II, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Carretera Emiliano Zapata Km. 8, Rancho San Francisco, Col. Terán, CP. 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

²Facultad de Ciencias Agronómicas, C-V, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Carretera Ocozocoautla-Villaflores Km. 84.5, Apartado postal # 78, C.P. 30470, Villaflores, Chiapas; México.

³Instituto de Investigación en Plantas Medicinales Chiapanecas, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Carretera Emiliano Zapata Km. 8, Rancho San Francisco, Col. Terán, 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

*Autor de correspondencia: gerardo.trujillo@unach.mx

Resumen

Las garrapatas (*Rhipicephalus microplus*) son ectoparásitos del ganado bovino que transmiten agentes etiológicos por su picadura, poniendo en juego el bienestar del animal y la salud humana, además, provocan daños espontáneos que generalmente ocasionan pérdidas económicas (Ming *et al.* 2013). Bajo esta expectativa es necesario buscar alternativas de manejo de las garrapatas al uso de productos químicos sintéticos, en este sentido, una de las alternativas ecológicas como son los extractos vegetales han presentado efectividad en el control de las densidades poblacionales. En este trabajo se evaluó la efectividad de los extractos crudos de romero (*Rosmarinus officinalis* Lamiacea) sobre el ciclo biológico de las garrapatas (*Rhipicephalus microplus*), a diferentes concentraciones, utilizando la técnica de inmersión (Drummond, 1976). La concentración al 80% tuvo una efectividad de 81.51 % de eficiencia reproductiva y 76.63 % de mortalidad de larvas de *Rhipicephalus microplus*. Se demostró que los extractos de romero tienen efecto acaricida en las garrapatas en estado larval.

Palabras clave: Acaricida, ectoparásitos, eficiencia reproductiva de la garrapata, técnica de inmersión.

Abstract

Ticks (*Rhipicephalus microplus*) are ectoparasites of cattle that transmit etiological agents through their bite, putting animal welfare and human health at stake, in addition, they cause spontaneous damage that generally causes economic losses (Ming *et al.* 2013). Under this expectation, it is necessary to look for tick management alternatives to the use of synthetic chemicals, in this sense, one of the ecological alternatives such as plant extracts have shown effectiveness in controlling population densities. In this work, the effectiveness of crude extracts of rosemary (*Rosmarinus officinalis* Lamiacea) on the biological cycle of ticks (*Rhipicephalus microplus*) was evaluated at different concentrations, using the immersion technique (Drummond, 1976). The 80% concentration had an effectiveness of 81.51% reproductive efficiency and 76.63% mortality of *Rhipicephalus microplus* larvae. It was demonstrated that rosemary extracts have acaricidal effect on ticks in larval stage.

Keywords: Acaricide, ectoparasites, tick reproductive efficiency, immersion technique.

INTRODUCCIÓN

Las garrapatas, son artrópodos hematófagos pertenecientes a la clase arácnida, su picadura puede transmitir *Anaplasma* spp., y *Babesia* spp., que producen serias enfermedades a huéspedes vertebrados. Entre las especies de mayor relevancia, *Rhipicephalus microplus* destaca como una plaga de mayor importancia en bovinos de las regiones tropicales y subtropicales del mundo (Tabor AE *et al.*, 2017). Esta especie genera pérdidas económicas debido a la reducción en la producción, la transmisión de enfermedades y elevadas tasas de mortalidad en el ganado. En México, *R. microplus* ha causado graves afectaciones económicas como consecuencia del desarrollo de multirresistencia y resistencia cruzada a los ixodicidas, resultado del mal uso y abuso de estos productos químicos (Moreno *et al.*, 2024). Ante este problema, se han explorado alternativas ecológicas para el control de estos ectoparásitos entre los cuales destacan los extractos naturales. El romero (*Rosmarinus officinalis* Lamiaceae) es una de las plantas estudiadas para el control de *R. microplus*, se han reportado propiedades ixodicidas debido a sus compuestos bioactivos en sus aceites esenciales extraídos de las hojas, presentando una mortalidad larvaria de *R. microplus* del 85% a concentraciones entre 10 y el 20% (Martínez Velásquez 2011). Sin embargo, esta actividad disminuyó en concentraciones más bajas, por lo que se hace interesante evaluar concentraciones más altas. Por esta razón, en este trabajo de investigación se planteó con el objetivo determinar la efectividad de los extractos crudo de romero en la eclosión de garrapatas del género *R. microplus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Las garrapatas del género *R. microplus* fueron obtenidas de bovinos en hatos ubicados en Villaflores, Chiapas, México. Los experimentos se realizaron en el laboratorio de biotecnología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia CII, ubicado en Calzada Emiliano Zapata Km. 8, Tuxtla Gutiérrez, Chis.

Extracción etílica

Se utilizaron plantas de romero de 2 años en promedio, los ramilletes se sometieron a un proceso de secado por 30 días. Tras el secado se separaron las hojas de los tallos y se molieron utilizando molinos manuales de parihuela, tamizando el polvo obtenido con malla #100 para lograr un tamaño uniforme. Se realizó el proceso de maceración, colocando 200 g de romero en polvo en 850 ml de alcohol etílico en frascos de cristal. La mezcla se dejó reposar durante 24 horas, se decantó y filtro con papel filtro Whatman #2. El solvente, obtenido se concentró mediante un rota vapor digital RE100-pro a 90°C y 0.25 Rpm durante 120 minutos. Los extractos finales se almacenaron en frascos de color ámbar (Aguilar,2017).

Diseño experimental

La evaluación del efecto ixodicida del extracto de romero se llevó a cabo empleando la técnica de inmersión de garrapatas adultas descritas por Drummond (1976), Con cinco tratamientos (extracto de 100%, 80%, 60%, 40%, y 20%) y un control negativo (agua destilada). Cada uno de los tratamientos con tres repeticiones, se conformó de diez garrapatas (pesadas) por tratamiento, con un total de 180 garrapatas *R. microplus*.

Preparación de los bioensayos

Para los bioensayos, se preparó una solución madre al 100% disolviendo 1 g de extracto de romero en 100 ml de una mezcla de agua destilada y Tween 20 (Grajales *et al.*, 2020). A partir de esta solución, se realizaron diluciones al 80%, 60%, 40% y 20%. En cada dilución se sumergieron 10 garrapatas durante un minuto. Posteriormente se colocaron en cajas Petri rotuladas y fueron incubadas a 27 °C y 80% de humedad relativa durante 14 días. Los huevos recolectados tras la incubación se pesaron en una balanza (Ohaus adventurer®) y se sometieron nuevamente con las mismas condiciones de incubación por 25 días, se colocaron los viales en un recipiente con agua, para impedir la fuga de las larvas eclosionadas. La tasa de eclosión se determinó visualmente (%) en las distintas cajas mediante un microscopio, comparando la masa total de huevos eclosionados con la masa de los no eclosionados.

Análisis de los datos

Los datos obtenidos fueron analizados con la prueba de los supuestos normalidad y homogeneidad, al cumplir con estos supuestos se realizó el análisis con estadística paramétrica con el paquete estadístico infostat versión 2013 y el análisis de medias se llevó a cabo con la prueba de Tukey al 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de los efectos de mortalidad se muestran en el cuadro 1. Se observó un efecto en la mortalidad en las larvas de *R. microplus* con una mayor eficacia (76.68) a concentración de 80 % de extracto etanólico de romero. Martínez Velásquez (2011) ha reportado que los extractos de romero con una concentración del 10% y 20% alcanzaron una efectividad de mortalidad superior al 85% en larvas de garrapatas.

Cuadro 1. Efecto de los extractos de romero en *Rhipicephalus microplus*

Tratamiento	Mortalidad Medias	Eficacia del producto	ERO
100%	2313.67 ^{ab}	53.49	54.78
80%	705.67 ^a	76.68	81.55
60%	462.33 ^a	73.45	76.19
40%	1614.33 ^{ab}	65.78	72.9
20%	5094.33 ^{ab}	66.21	39.09
AGUA	9386.67 ^c	0	0

Medias con una letra común no son significativamente diferentes; analizadas por la prueba de tukey ($p > 0.05$). ERO; Eficiencia reproductiva.

De acuerdo con los resultados obtenidos, los tratamientos con las concentraciones de 80 y 60% presentaron la mayor eficacia de producto ($p > 0.05$) y diferentes al testigo absoluto, con mortalidades promedio de 462.3 y 705.6 individuos, respectivamente (cuadro 1).

La eficacia del producto que dio el extracto de romero mediante el tratamiento a 80% fue de 76.68% sobre larvas *R. microplus*, mayor a lo publicado por Bravo Mata *et al.* (2014), quienes reportaron una eficiencia productiva de *R. microplus* del 5.50% y 9.12% mediante el uso de extractos etanólicos al 20% de orégano y matarratón. Por otro lado, se obtuvo una eficiencia reproductiva del 81.55%, este valor fue bajo comparado con lo publicado por Rosado-Aguilar *et al.* (2010) quienes reportaron una eficacia de 99% en larvas y un 86% en adultas (utilizando extractos de *Petiveria alliacea*).

CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados de este estudio, los extractos de romero a una concentración de 80% demostraron una eficacia en la mortalidad de larvas *Rhipicephalus microplus*, así mismo se observó la reducción en la eficiencia reproductiva de las garrapatas. Los resultados sugieren que el extracto etanólico de romero se puede considerar como opción para su manejo y evitar el uso excesivo de productos químicos sintéticos. Es necesario continuar con las investigaciones con romero y otras plantas con propiedades plaguicidas, con la finalidad de identificar compuestos naturales efectivos en el control de las garrapatas.

FINANCIAMIENTO (SI LO HUBIESE):no hay fuente de financiamiento

CONFLICTO DE INTERESES (SI LO HUBIESE): Este trabajo es el resultado de la investigación de tesis de licenciatura y no hay conflicto de intereses

REFERENCIAS

- Tabor AE, Ali A, Rehman G, Rocha Garcia G, Zangirolamo AF, Malardo T, *et al.* Cattle. (2017) Tick *Rhipicephalus microplus*-Host Interface: A Review of Resistant and Susceptible Host Responses. Front.
- Samantha Abigail Moreno-Linaresa, Romario García-Ponceb, Jesús Jaime Hernández-Escareñoa, Heidi Giselle Rodríguez-Ramírez, José Pablo Villarreal-Villarreal. (2024) Resistencia a la ivermectina en *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) en el noreste de México y factores de riesgo asociados.
- Aguilar Astudillo Eduardo (2017) Manejo de mosca blanca con clavo *Syzigium aromaticum*(L.) merril & L.M. Perry y pimienta *dimentada dioica* (L.) merril.
- Drummond, R., Graham, O., Ernest, SE (1997). Evaluation of insecticides for the control of *B. annulatus* (say) and *B. microplus* (canestrini) (acarina: ixodidae) on cattle., en II international congreso
- Rosado-Aguilar, J.A.; Aguilar-Caballero, A.J.; Rodríguez-Vivas, R.I.; Borges-Argaez, R.; GarcíaVázquez, Z.; Méndez-González M (2010). screening of the acaricidal efficacy of phytochemical extracts on the cattle tick *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* (Acari: ixodidae) by larval immersion test *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, vol. 12, núm. 2, mayo-agosto, , pp. 417-422

CARACTERIZACIÓN DE BACTERIAS SIMBIÓTICAS EN NEMÁTODOS ENTOMOPATÓGENOS AISLADAS DE SUELOS DE GUANAJUATO.

Hugo César Briones-Vázquez.¹, Aylin Elena Jaime-Hernández², José Antonio Hernández-Marín³, Sergio Uriel Gutiérrez-Velázquez², Ana Martha Cruz-Ávalos⁴, Mauricio Valencia-Posadas³, Omar Francisco Prado-Rebolledo⁵, César Andrés Ángel Sahagun^{3*}

¹Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia. División de Ciencias de la Vida (DICIVA), Campus Irapuato Salamanca (CIS), Universidad de Guanajuato. Guanajuato, México.

²Maestría en Producción Pecuaria. División de Ciencias de la Vida (DICIVA), Campus Irapuato Salamanca (CIS), Universidad de Guanajuato. Guanajuato, México. ³Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Guanajuato.

³Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia. División de Ciencias de la Vida (DICIVA), Campus Irapuato Salamanca (CIS), Universidad de Guanajuato. Guanajuato, México.

⁴Departamento de Agronomía. División de Ciencias de la Vida (DICIVA), Campus Irapuato Salamanca (CIS), Universidad de Guanajuato. Guanajuato, México.

⁵Universidad de Colima, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Tecomán, Colima, México.

*Autor de correspondencia: csahagun@ugto.mx

Resumen

El objetivo del presente estudio fue caracterizar las bacterias simbióticas en nemátodos entomopatógenos aisladas de suelos de Guanajuato. Se realizó en el LPCB-UG, se colectaron 60 muestras de suelos del estado de Guanajuato y con la técnica de insecto trampa se aislaron nematodos entomopatógenos (NEP) los cuales posteriormente se utilizaron para infectar *Galleria mellonella* y posteriormente obtener la hemolinfa para realizar un cultivo bacteriano puro, con el cual se realizó la prueba de catalasa y bioluminiscencia además de cultivo en tres tipos de agares para evaluar la morfología y coloración de las colonias. Los resultados obtenidos fueron un 26% de muestras positivas a NEP de las cuales el 100% se clasificaron como *Photorhabdus* por sus características. Por lo tanto, la conclusión fue que existe presencia y se identificaron bacterias simbióticas de los nematodos entomopatógenos aisladas de suelos del estado de Guanajuato.

Palabras clave:

Xenorhabdus,
Photorhabdus,
suelos pecuarios.

Morphology evaluation and identification of symbiotic bacteria in entomopathogenic nematodes isolated from soils of Guanajuato

Abstract

The objective of this study was to evaluate the presence and identification of symbiotic bacteria in entomopathogenic nematodes isolated from soils of Guanajuato. It was carried out at the LPCB-UG, 60 soil samples were collected from the state of Guanajuato and using the insect trap technique, entomopathogenic nematodes (NEP) were isolated, which were then used to infect *Galleria mellonella* and subsequently obtain the hemolymph to perform a pure bacterial culture, with which the catalase and bioluminescence test was performed, as well as culture in three types of agars to evaluate the morphology and coloration of the colonies. The results obtained were 26% of NEP-positive samples, of which 100% were classified as *Photorhabdus* due to their characteristics. Therefore, the conclusion was that symbiotic bacteria of entomopathogenic nematodes isolated from soils of the state of Guanajuato were identified and present.

Keywords:

Xenorhabdus,
Photorhabdus,
cattle soils.

INTRODUCCIÓN

Las bacterias entomopatógenas forman parte relevante en actividades agropecuarias, sus subproductos y ellas misma ayudan positivamente al control de plagas; las bacterias *Photorhabdus* y *Xenorhabdus* producen gran cantidad de metabolitos que favorecen en la muerte de los insectos, llegan a ser de alta relevancia para obtener compuestos antimicrobianos (Yimthin *et al.*, 2021). Para utilizar estas bacterias es necesaria su identificación ya que con ello se conservan y actualizan los datos, mejorando su forma de utilización y manteniendo controlado su exposición a compuestos antimicrobianos; las pruebas para este proceso buscan diferenciar las características morfológicas y/o fenotípicas, siendo principalmente bioquímicas (Thanwisai *et al.*, 2012). Entre las pruebas realizadas se encuentran la prueba de la catalasa, utilizada para detectar la enzima de la catalasa, vertiendo peróxido de hidrógeno sobre una pequeña muestra de las bacterias a revisar; el uso de agares MacConkey y nutritivos con el fin de aislar e identificar las bacterias que pueden crecer sobre estos medios, sesgando las posibles bacterias a obtener; la prueba de bioluminiscencia en la que se observa la muestra en un ambiente oscuro o dentro de un transiluminador, nos ayuda a identificar si es positivo o negativo la presencia de luminosidad (Abd *et al.*, 2022). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue caracterizar las bacterias simbióticas en nemátodos entomopatógenos aisladas de suelos de Guanajuato.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el Laboratorio de Parasitología y Control Biológico de la división Ciencias de la Vida, del campus Irapuato-Salamanca de la Universidad de Guanajuato (LPCB-UG), ubicado en la Ex-Hacienda el Copal, Irapuato, Guanajuato. Se recolectaron 60 muestras de suelo con la técnica de cinco oros de diferentes ubicaciones del estado de Guanajuato, posteriormente se realizó la técnica de insecto trampa para obtener nemátodos entomopatógenos (NEP) utilizando *Galleria mellonella* como insecto trampa, en cada muestra se colocaron 10 larvas y se dejaron incubar 10 días a $25\pm 1^\circ\text{C}$ en la oscuridad, en la cual una vez teniendo muestras positivas se desinfectaron, se alimentaron y posteriormente se colocaron en trampas de White modificadas para obtener los NEP desinfectados y utilizarlos para infectar larvas de *G. mellonella* para obtener la hemolinfa con una jeringa de 1 mL, que posteriormente se asperjó en agar nutritivo, se incubó por 48 horas a $32\pm 1^\circ\text{C}$ para posteriormente realizar un cultivo puro.

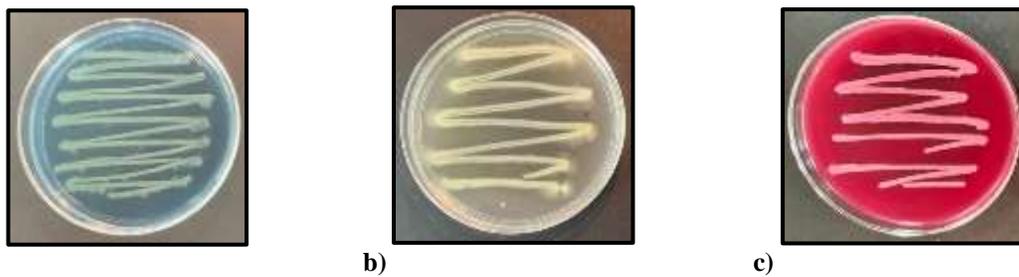
Tomando bacterias del cultivo puro, se realizó la prueba de catalasa, aplicando peróxido de hidrogeno al 3%, presentando burbujeo, dando positivo la prueba; se realizó el cultivo de bacterias con un asa bacteriológica estéril en tres tipos de agar, agar nutritivo, agar MacConkey y agar NBTA (23 g de agar nutritivo adicionado con 25 mg de azul de bromotimol y 40 mg de Cloruro de TrifenilTetrazolium en 1000 ml agua destilada), posterior a la inoculación de bacterias se incubaron por 96 horas a $32\pm 1^\circ\text{C}$, después se evaluó la coloración de las colonias bacterianas, posteriormente se evaluó la presencia de bioluminiscencia en transiluminador (Li *et al.*, 1995).

Para la identificación de las bacterias se tomó como referencia que para *Photorhabdus* la prueba de la catalasa fue positiva, en agar nutritivo se observó de un color amarillo, en agar MacConkey un color rosa-rojo, en NBTA verde oscuro y la prueba de bioluminiscencia positiva. Para identificar las bacterias de *Xenorhabdus* la prueba de la catalasa negativa, en

agar nutritivo presentó una coloración blanquecina, en agar MacConkey tomó color café, en NBTA fue azul y en la prueba de bioluminiscencia fue negativa (Abd *et al.*, 2022).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 60 muestras de suelo tomadas solo se observaron 16 positivas (26%), en las cuales se observó que la prueba de catalasa fue positiva, en el agar NBTA las colonias bacterianas se observaron en color verde (Figura 1a); en el cultivo de agar nutritivo se observaron las colonias amarillentas (Figura 1b) y en el cultivo de agar MacConkey se observaron colonias color rosadas-rojizas (Figura 1c) en el 100% de las cepas; en la prueba de bioluminiscencia se observó positiva (Figura 2) en un 100% de todas las cepas (Cuadro 1) observando las características presentadas se catalogan como bacterias del género *Photorhabdus* en un 100% de las muestras.



a)

b)

c)

Figura 1. a) Cultivo bacteriano en agar NBTA posterior a 96 horas de incubación. b) Cultivo bacteriano en agar nutritivo posterior a 96 horas de incubación. c) Cultivo bacteriano en agar MacConkey posterior a 96 horas de incubación.



Figura 2. Bioluminiscencia positiva al colocar el cultivo de agar nutritivo en un transiluminador.

Yimthin *et al.* (2021) evaluaron 1445 muestras de suelo de Tailandia, realizaron la técnica de insecto trampa con 5 larvas de *G. mellonella* incubándolas 5 días a 30°C, obteniendo 7.82% (113) muestras positivas de NEP, de los cuales se aislaron 62 cepas de *Xenorhabdus* y 51 de *Photorhabdus*, en comparación al presente estudio obtuvieron menor porcentaje de suelos positivos a NEP, esto posiblemente por que colocaron una menor cantidad de larvas, se incubó por menos días y la temperatura de incubación fue mayor; la presencia de bacterias presentó mayor variación que en el presente estudio lo cual podría ser por el lugar de donde se obtuvieron las muestras.

Thanwisai *et al.* (2012) evaluaron muestras de 795 suelos de provincias de Tailandia, de las cuales el 15.8% (126) fueron positivas a NEP, estos se aislaron por la técnica de insecto trampa colocando 5 larvas de *G. mellonella* e incubándolas por 5 días a 25±1°C, de muestras positivas se aislaron 69 cepas de *Xenorhabdus* y 57 de *Photorhabdus*, para realizar la identificación se utilizó la prueba de catalasa y cultivaron cada cepa en agar NBTA; los resultados obtenidos en el estudio muestran un menor porcentaje de muestras positivas a NEP

que en el presente trabajo, posiblemente por la cantidad de larvas colocadas en cada muestra y el tiempo de incubación; la identificación bacteriana se realizó por técnicas similares pero presentaron mayor variación que el presente estudio.

Cuadro 1. Identificación de cepas de bacterianas por prueba de catalasa, agar NBTA, agar nutritivo, agar MacConkey y bioluminiscencia.

Cepa	Prueba de catalasa	Agar NBTA	Agar Nutritivo	Agar MacConkey	Prueba de bioluminiscencia
M1	+	V	A	R-R	+
M4	+	V	A	R-R	+
M28	+	V	A	R-R	+
M26	+	V	A	R-R	+
M18	+	V	A	R-R	+
M35	+	V	A	R-R	+
M40	+	V	A	R-R	+
MA1	+	V	A	R-R	+
MA2	+	V	A	R-R	+
MA3	+	V	A	R-R	+
MA4	+	V	A	R-R	+
MA5	+	V	A	R-R	+
MA8	+	V	A	R-R	+
MA9	+	V	A	R-R	+
MA11	+	V	A	R-R	+
MA12	+	V	A	R-R	+

+: Positivo; V: Verde; V-R: Verde y púrpura; P-I: Púrpura intenso; A: Amarillento; B-R: Blanco y rojo; R-I: Rojo-Intenso; R-R: Rosa-Rojizo; R-RI: Rosa-Rojo intenso.

CONCLUSIONES

Existe presencia y se logra la identificaron bacterias simbióticas de los nematodos entomopatógenos aisladas de suelos del estado de Guanajuato.

REFERENCIAS

- Li, J., Chen, G., Wu, H., Webster, J. (1995). Identification of two pigments and a hydroxystilbene antibiotic from *Photorhabdus luminescens*. *Applied and environmental microbiology*. 61, 12: 4329–4333. [10.1128/aem.61.12.4329-4333.1995](https://doi.org/10.1128/aem.61.12.4329-4333.1995)
- Yimthin,T., Chamaiporn, F., Paramaporn, M., Abdulhakam, D., Wattanachaiyingcharoen, W., Apichat, V., Aunchalee,T. (2021). A study on *Xenorhabdus* and *Photorhabdus* isolates from northeastern thailand: identification, antibacterial activity, and association with entomopathogenic nematode hosts. *PLOS ONE*. 16, 8: 1-21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255943>
- Abd, A., Abdelazeem, A., Elbrense, H., Vergara, S. (2022). *Photorhabdus* and *Xenorhabdus* as symbiotic bacteria for bio-control housefly (musca domestica L.). *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 25, 7: 586-601. 10.3923/pjbs.2022.586.601
- Thanwisai, A., Tandhavanant, S., Saiprom, N., Waterfield, N., Ke, L., Bode, H., Peacock, S., Chantratita, N. (2012). Diversity of *Xenorhabdus* and *Photorhabdus* spp. and Their Symbiotic Entomopathogenic Nematodes from Thailand. *PLOS ONE*. 7, 9: 1-9. 10.1371/journal.pone.0043835

APLICACIÓN FOLIAR DE SELENIO Y SU EFECTO EN PLANTAS DE BRASSICAS

Carmen Alicia Ayala Contreras*¹  y Alberto Sandoval Rangel ¹ 

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Horticultura, Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista CP. 25315. Saltillo,

*Autor de correspondencia: cayala710@gmail.com

Resumen

Palabras clave:
Rendimiento,
Bioestimulante,
Microelemento,
Nutrición
Metabolismo.

El Selenio (Se) es un oligoelemento reconocido por su papel antioxidante y con efectos bioestimulantes al mejorar la resistencia de las plantas bajo condiciones de estrés biótico o abiótico. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la aplicación foliar de selenio (Se) en 3 variedades de brassicas. Los resultados indican que la dosis más alta redujo el rendimiento en comparación con el testigo para el caso del repollo, siendo el caso contrario en el brócoli y coliflor, donde no hubo diferencias con el testigo. La variedad y la dosis de aplicación influyen en el desarrollo productivo de las plantas.

FOLIAR APPLICATION OF SELENIUM AND ITS EFFECT ON BRASSICAS PLANTS

Abstract

Keywords:
Yield,
Biostimulant,
Microelement,
Nutrition
Metabolism.

Selenium (Se) is a trace element known for its antioxidant role and biostimulant effects by improving plant resistance under biotic or abiotic stress conditions. The objective of this study was to evaluate the effect of foliar application of selenium (Se) on 3 varieties of brassicas. The results indicate that the highest dose reduced yield compared to the control in the case of cabbage, the opposite being the case in broccoli and cauliflower, where there were no differences from the control. The variety and the application dose influence the productive development of the plants.

INTRODUCCIÓN

La aplicación foliar de Selenio (Se) se presenta como una estrategia para potenciar la salud y productividad de diferentes cultivos de importancia para la alimentación (Murillo & Mehta, 2001). El Se es un oligoelemento reconocido por su papel antioxidante y con efectos bioestimulantes al mejorar la resistencia de las plantas bajo condiciones de estrés biótico o abiótico; metabólicamente regula y fortalece los procesos que desencadenan los mecanismos de defensa bajo condiciones adversas (White, 2018). En este contexto, las Brassicas, donde se incluyen el brócoli, repollo y coliflor, son especies conocidas como hiperacumuladoras de Se dada su capacidad para absorber y metabolizar este oligoelemento eficientemente (Cruz, 2025). Esta característica se debe a la presencia de transportadores específicos de sulfato, que también pueden captar Se en forma de selenatos ($\text{Na}_2\text{O}_4\text{Se}$) y selenitos ($\text{Na}_2\text{O}_3\text{Se}$) del suelo y la solución nutritiva. Sin embargo, la aplicación foliar es una alternativa eficaz para una absorción más rápida y dirigida, evitando interacciones en el suelo (Ul Hassan *et al.*, 2018).

La aplicación foliar debe realizarse en etapas clave del crecimiento, como el desarrollo vegetativo y la formación de órganos de cosecha, preferiblemente en condiciones de temperatura moderada y humedad adecuada para optimizar la absorción (Ouerdane *et al.*, 2013). Es fundamental ajustar la concentración, ya que dosis elevadas pueden generar toxicidad en las plantas (Wiesner-Reinhold *et al.*, 2017). Bajo condiciones controladas, la biofortificación con selenio no solo mejora la tolerancia al estrés abiótico, como sequía y salinidad, sino que también incrementa su valor nutricional, beneficiando tanto la producción agrícola como la salud humana (Mapelli *et al.*, 2011).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El estudio se llevó a cabo en el periodo de octubre 2023-mayo 2024, en el laboratorio de Fisiología y campo abierto del departamento de Horticultura, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila, México.

Metodología. El estudio se realizó en 3 cultivos; brócoli (*Brassica oleracea* var. *itálica*), repollo (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) y coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*). Se sembró almácigo en charolas de poliestireno de 200 cavidades usando turba como sustrato. El trasplante se realizó 30 días después de la siembra. Los cultivos se establecieron a doble hilera con una separación de 30 cm y un arreglo al tres bolillo, en surcos con acolchado plástico color gris-negro a una separación de 1.4 m y 40 m de largo. Se evaluaron 3 dosis de selenio en forma de selenito de sodio ($\text{Na}_2\text{O}_3\text{Se}$) y un testigo absoluto (T1:0, T2: 20 mg L⁻¹; T3: 30 mg L⁻¹; T4: 40 mg L⁻¹). Se realizaron 3 aplicaciones de forma foliar durante el ciclo. Se evaluaron variables agronómicas (Altura de planta, Numero de hojas; Diámetro de tallo, Peso fresco y seco de planta), de rendimiento (peso, diámetro polar y diámetro ecuatorial), bioquímicas (capacidad antioxidante, fenoles, flavonoides, clorofilas, glutatión).

Análisis de los datos. El experimento se estableció en un diseño de bloques completos al azar, con 5 bloques, la unidad experimental costo de 66 plantas. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA $P \geq 0.5$) y prueba de medias de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher ($p \leq 0.05$). Todos los procedimientos estadísticos se realizaron utilizando el software Infostat (v2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de los tratamientos sobre el peso (g), el diámetro polar (cm) y el diámetro ecuatorial (cm) en tres especies de Brassicas. Con respecto al peso de la cabeza del repollo presentó diferencias estadísticas significativas, siendo el T4 quien presento pesos bajos (568.04 g) a diferencia del testigo quien fue mayor en un 12% con relación al T4 (675.96 g), el T2 y T3 fueron iguales estadísticamente entre ellos, pero diferentes al T1 y T4. Por su parte el brócoli tuvo valores en cuanto a rendimiento del fruto estadísticamente iguales entre los tratamientos, con rangos en peso que van desde 510.91 g a 572.12 g. La coliflor mostró mayor variabilidad entre tratamientos, con valores entre 528.18 g y 680.16 g, siendo el T3 y T1 diferentes estadísticamente. En cuanto al diámetro ecuatorial y polar no hubo diferencias estadísticas para brócoli y el repollo en diámetro polar. La Coliflor presento diferencias estadísticas en ambos diámetros para los diferentes tratamientos.

La respuesta de las diferentes variedades de Brassica a la aplicación de Se en este estudio muestra mayores efectos en rendimiento para el cultivo de repollo y coliflor. El efecto del Se tiene mucha relación con la dosis empleadas, teniendo un efecto negativo la mayor dosis (T4: 40 mg l-1), **altas concentraciones** de Se puede generar estrés oxidativo y afectar negativamente la absorción de otros nutrientes esenciales, lo que podría explicar la variabilidad observada en la coliflor y repollo (Zhu *et al.*, 2016).

Desde la perspectiva agronómica, estos resultados indican que la aplicación foliar de Se puede ser una estrategia efectiva para mejorar la producción de Brassicas, pero su efecto varía entre especies y dosis. En repollo, se observó una respuesta más homogénea y positiva, mientras que en coliflor, dosis elevadas parecen inducir estrés y mayor variabilidad en el desarrollo. Para optimizar la aplicación de Se en estos cultivos, se recomienda ajustar las dosis y evaluar su interacción con otros nutrientes, especialmente azufre y nitrógeno, que afectan la absorción y metabolismo del selenio en las plantas (Schiavon *et al.*, 2017).

Cuadro 1. Rendimiento para cada cultivos según los diferentes tratamientos evaluados.

		Peso(g)			Diámetro Polar (cm)			Diámetro Ecuatorial (cm)		
		Brócoli	Repollo	Coliflor	Brócoli	Repollo	Coliflor	Brócoli	Repollo	Coliflor
TRATAMIENTOS	1	531.27 a	675.96 a	528.18 b	9.20 a	10.89 a	8.98 b	17.04 a	17.84 a	16.36 a
	2	510.91 a	568.04 b	591.90 ab	9.43 a	10.54 a	9.35 b	18.56 a	17.60 a	16.43 a
	3	558.91 a	6.55.21 b	680.16 a	9.95 a	10.02 a	10.43 a	17.32 a	17.36 ab	16.21 a
	4	572.12 a	593.86 c	643.04 ab	10.23 a	10.16 a	10.81 a	17.97 a	17.19 b	17.27 b
CV		18.61	9.34	14.49	15.52	6.53	17.24	6.59	4.56	10.83

Literales diferentes indican diferencias entre grupos, LSD de Fisher ($p \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

La aplicación foliar de Se tiene un alto potencial para mejorar la producción en Brassicas, su efectividad depende de una aplicación adecuada de las dosis que equilibre sus beneficios bioestimulantes con la tolerancia de cada especie a este elemento. Los resultados de esta investigación indican que el Se tiene un efecto en las plantas, particularmente en las dosis empleadas en este experimento reflejan un efecto desfavorable en las variables relacionadas al rendimiento en el caso de repollo. Para optimizar el uso del Se como bioestimulante, es indispensable ajustar la dosis según la especie y considerar su interacción con otros elementos, que influyen en su absorción y metabolismo. .

REFERENCIAS

- Cruz, F. J. R. (2025). Selenium in Plants: Biofortification, Toxicity, and Redox State Balance. En *The Power of Antioxidants—Unleashing Nature's Defense Against Oxidative Stress*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1004271>
- Mapelli, V., Hillestrøm, P. R., Kápolna, E., Larsen, E. H., & Olsson, L. (2011). Metabolic and bioprocess engineering for production of selenized yeast with increased content of seleno-

- methylselenocysteine. *Metabolic Engineering*, 13(3), 282-293. <https://doi.org/10.1016/j.ymben.2011.03.001>
- Murillo, G., & Mehta, R. G. (2001). Cruciferous Vegetables and Cancer Prevention. *Nutrition and Cancer*, 41(1-2), 17-28. <https://doi.org/10.1080/01635581.2001.9680607>
- Ouerdane, L., Aureli, F., Flis, P., Bierla, K., Preud'homme, H., Cubadda, F., & Szpunar, J. (2013). Comprehensive speciation of low-molecular weight selenium metabolites in mustard seeds using HPLC – electrospray linear trap/orbitrap tandem mass spectrometry†. *Metallomics*, 5(9), 1294-1304. <https://doi.org/10.1039/c3mt00113j>
- Ulhassan, Z., Ali, S., Gill, R. A., Mwamba, T. M., Abid, M., Li, L., Zhang, N., & Zhou, W. (2018). Comparative orchestrating response of four oilseed rape (*Brassica napus*) cultivars against the selenium stress as revealed by physio-chemical, ultrastructural and molecular profiling. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 161, 634-647. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.06.014>
- White, P. J. (2018). Selenium metabolism in plants. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects*, 1862(11), 2333-2342. <https://doi.org/10.1016/j.bbagen.2018.05.006>
- Wiesner-Reinhold, M., Schreiner, M., Baldermann, S., Schwarz, D., Hanschen, F. S., Kipp, A. P., Rowan, D. D., Bentley-Hewitt, K. L., & McKenzie, M. J. (2017). Mechanisms of Selenium Enrichment and Measurement in Brassicaceous Vegetables, and Their Application to Human Health. *Frontiers in Plant Science*, 8. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2017.01365>
- Zhu, Z., Chen, Y., Zhang, X., & Li, M. (2016). Effect of foliar treatment of sodium selenate on postharvest decay and quality of tomato fruits. *Scientia Horticulturae*, 198, 304-310. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.12.002>

EVALUACIÓN DE DOS MÉTODOS DE ATURDIMIENTO EN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE CONEJOS

Yamileth Jerónimo-Romero^{1,2} , José G. Herrera-Haro^{1*} , Ma. Esther Ortega-Cerrilla¹ , Ma. Concepción Méndez-Gómez-Humarán³ , Nathaniel A. Rogers Montoya⁴ , Héctor Luis Chincoya¹ 

¹ Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, estado de México, México. C. P. 56264.

² Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECyT). Toluca de Lerdo, Estado de México, México. C. P. 50120.

³ Universidad Autónoma de Querétaro. Avenida de las Ciencias s/n, Juriquilla, Querétaro, México. C. P. 76230.

⁴ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad #3000, Ciudad Universitaria, Coyoacán, México, C.P. 04510.

*Autor de correspondencia: haro@ocolpos.mx

Resumen

La aplicación de procedimientos de matanza de conejos en condiciones de bienestar es una demanda de los consumidores, pero su implementación ha sido poco evaluada en las conejeras mexicanas. Se utilizaron 120 conejos California de 2 kg, distribuidos en 4 tratamientos con arreglo factorial 2² para relacionar dos métodos de aturdimiento (a₁= concusión, a₂=eléctrico) y sexo (b₁=macho, b₂=hembra) con características de la canal como pesos y rendimientos en caliente y frío, y pérdida por goteo. No se encontró diferencia por sexo ni interacción con el aturdimiento ($p < 0.05$). El peso y rendimiento en canal caliente, y la pérdida por goteo fue diferente por método ($p < 0.05$), sin embargo, el peso y rendimiento en canal fría no lo fue ($p > 0.05$). El aturdimiento eléctrico no modifica las características de la canal comercializable por lo que se recomienda su implementación para incrementar el bienestar animal durante la matanza de conejos.

Palabras clave:
Oryctolagus cuniculus,
concusión,
electronarcosis,
rendimiento en canal.

EVALUATION OF TWO STUNNING METHODS ON RABBIT CARCASS CHARACTERISTICS

Abstract

Consumers demand humane rabbit slaughter procedures, but their implementation in Mexican rabbit farms remains largely unevaluated. 120 Californian rabbits (2 kg) were assigned to four treatments in a 2² factorial design to evaluate the effects of stunning method (a₁ = concussion, a₂ = electric) and sex (b₁ = male, b₂ = female) on carcass traits, including weight, hot and cold yields, and drip loss. Sex and its interaction with stunning had no significant effect ($p < 0.05$). Stunning method influenced carcass weight, hot yield, and drip loss ($p < 0.05$) but not cold carcass weight or yield ($p > 0.05$). As electrical stunning does not alter the characteristics of the marketable carcass, its use is recommended to enhance animal welfare during rabbit slaughter.

Keywords:
Oryctolagus cuniculus,
concussion, electrical
stunning, carcass yield.

INTRODUCCIÓN

En México, el consumo de conejo constituye un factor de seguridad alimentaria por ser una carne magra y nutritiva, además, presenta algunas ventajas para el sistema de producción familiar como es rusticidad, manejo e instalaciones mínimas, alimentación de bajo costo, basada en dietas altas en forrajes y un aprovechamiento de alimentos no convencionales, subproductos agrícolas o residuos de cocina (Vélez *et al.*, 2021). El Bienestar Animal (BA) recibe cada vez más atención por parte de las autoridades, el público y las organizaciones no gubernamentales, por lo que su implementación y mejora en los sistemas de producción es de suma importancia para la industria pecuaria. Los consumidores de alimentos de origen animal consideran el BA como un atributo importante de la calidad alimentaria y demandan alternativas a diversos manejos zootécnicos (Horgan y Gavinelli, 2006). La Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA) ha contribuido a generar conciencia del bienestar de los animales para abasto y está estableciendo estándares internacionales; México al ser miembro de la OMSA debe apegarse a esos acuerdos.

Para atender dichas demandas es necesario tener sistemas de producción pecuaria sostenibles que desarrollen y apliquen nuevas tecnologías. Los factores que afectan el BA se presentan a lo largo de toda la cadena de producción: en granja, durante el transporte y en los rastros; por lo que en cualquiera de estos eventos se puede comprometer el estado físico, bioquímico y sanitario, primero del animal y después de la carne obtenida, así como la calidad y cantidad de ésta última, lo que implica pérdidas económicas (Chulayo y Muchenje, 2015). En conejos se ha mostrado que el método de aturdimiento influye en el número y tamaño de lesiones en las canales, lo que disminuye su valor (Jerónimo *et al.*, 2024). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dos métodos de aturdimiento en las características de la canal de conejos California, así como conocer el efecto del sexo y su interacción con el método de aturdimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en las instalaciones cunícolas del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, ubicado en Texcoco estado de México a una altitud de 2250 msnm y coordenadas 19°27'48.4" N y 98°54'30.8" O.

Metodología

El aturdimiento y matanza se realizaron de acuerdo con el reglamento para el uso y cuidado de animales destinados a la investigación del Colegio de Postgraduados, en la Unidad de Producción Cunícola del Programa de Ganadería, Campus Montecillo. Se utilizaron 120 conejos California diferenciados por sexo, de 65 ± 5 d de edad, con un peso 2.2 ± 0.2 kg y sin previo ayuno.

Se comparó el método de aturdimiento aplicado, sexo y su interacción mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2^2 , donde los efectos principales fueron: A. Método de aturdimiento (a_1 = concusión, a_2 = eléctrico); y B. Sexo del conejo (b_1 = macho, b_2 = hembra). El aturdimiento mecánico por concusión se realizó golpeando la base de la cabeza en la región occipital. El aturdimiento eléctrico se realizó con un aturridor eléctrico manual Midwest processing systems modelo VS200 de 120 V y 1 A. Los conejos recibieron una

descarga eléctrica de 600 V y 1 A en la región occipital por 2 s. La canal caliente se pesó inmediatamente después de la matanza y la canal fría y pérdida por goteo a las 24 h *post mortem*. Los pesos fueron medidos con una báscula digital Torrey, mod. SXE-30.

El rendimiento en canal caliente (RCC), fría (RCF) y la pérdida por goteo (PG), fueron calculadas usando las siguientes ecuaciones y se reportaron en porcentaje: $RCC = (\text{Peso canal caliente} / \text{peso vivo}) \cdot 100$, $RCF = (\text{Peso canal fría} / \text{peso vivo}) \cdot 100$, y $PG = (\text{Peso canal caliente} - \text{peso canal fría} / \text{peso canal caliente}) \cdot 100$.

Análisis de los datos

Los datos se analizaron con el programa informático R versión 4.1.2. (R Core Team, 2022). Se calcularon los estadísticos descriptivos, de la canal expresados como media \pm error estándar de la media.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestra que el método de aturdimiento eléctrico presentó canales con mayor peso y rendimiento en caliente, así como con más pérdida por goteo que aquellas a las que se les aplicó el método de concusión ($p < 0.05$). No se encontraron diferencias por sexo ni interacción. Las variables en frío no presentaron diferencia significativa entre métodos ($p > 0.05$), concordando con lo informado por Składanowska-Baryza *et al.* (2020). Si bien el peso y rendimiento en caliente fue significativo, el peso y rendimiento en frío no lo fue; lo que puede asociarse con una menor pérdida de sangre durante la matanza con el método de aturdimiento eléctrico en comparación con el método de concusión (Apata *et al.*, 2013), esto podría suceder porque una de las acciones del aturdimiento eléctrico es la inhibición cardíaca lo que reduce la cantidad de sangre perdida en la exanguinación, sin embargo, la sangre "faltante" no se conserva en la carne y se pierde durante el faenado de la canal y la maduración de la carne (Kirton *et al.*, 1981).

Cuadro 1. Características de la canal según método de aturdimiento y el sexo.

Variable	Método de aturdimiento		Sexo		EEM \pm	P-valor		
	Concusión	Eléctrico	Macho	Hembra		Método	Sexo	Met·Sex
PV g	2149 ^a	2165 ^a	2144 ^a	2160 ^a	17.1	0.211	0.389	0.197
PCC g	1244 ^b	1286 ^a	1157 ^a	1153 ^a	8.35	0.011	0.676	0.586
PCF g	1223 ^a	1230 ^a	1224 ^a	1217 ^a	7.87	0.216	0.657	0.523
RCC %	57.37 ^b	59.41 ^a	59.32 ^a	58.61 ^a	0.73	0.049	0.072	0.183
RCF %	56.75 ^a	56.96 ^a	57.24 ^a	55.46 ^a	0.28	0.612	0.06	0.234
PG %	2.68 ^b	4.27 ^a	3.50 ^a	3.45 ^a	0.37	0.003	0.941	0.982

PV: Peso vivo; PCC: Peso de canal caliente; PCF: Peso de canal fría; RCC: Rendimiento en canal caliente; RCF: Rendimiento en canal fría; PG: Pérdida por goteo. Literales diferentes en hilera indican diferencias entre grupos ($P < 0.05$), prueba de Tukey.

En la pérdida por goteo (PG), se encontró diferencia ($p < 0.05$) entre métodos, siendo el eléctrico el que perdió más agua. Estos resultados están en concordancia con los reportados por Składanowska-Baryza *et al.* (2020) ($p < 0.0001$). La PG está influenciada por los cambios en la membrana celular debido al estímulo eléctrico, resultando en un mayor contenido de agua extracelular y por lo tanto en una mayor PG (Currie y Wolfe, 1983).

CONCLUSIONES

El uso del aturdimiento eléctrico en conejos no modificó las características de la canal comercializable y permite que sea utilizado en la matanza de conejos en condiciones de bienestar. La implementación del aturdimiento eléctrico previo al sacrificio en pequeñas granjas cunícolas depende del desarrollo de instrumentos adecuados, lo cual requiere mayor investigación.

AGRADECIMIENTOS: Esta investigación se realizó en la Línea de Generación del Conocimiento (LGAC) del Programa de Ganadería: “Ganadería eficiente, bienestar sustentable y cambio climático” (PREGEP-Ganadería) del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo; con el apoyo del Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECyT).

CONFLICTO DE INTERÉSES: No existe conflicto de interés.

REFERENCIAS

- Apata, E. S., Eniolorunda, O. O., Amao, K. E., & Okubanjo, A. O. (2013). Effect of stunning methods on quality of rabbit carcass and meat. *Nigerian Journal of Animal Production*, 40(2), 229-236.
- Chulayo, A. Y., & Muchenje, V. (2015). A balanced perspective on animal welfare for improved meat and meat products. *South African Journal of Animal Sciences*, 45(5), 452-469. doi.org/10.4314/sajas.v45i5.2
- Currie, R. W., & Wolfe, F. H. (1983). An assessment of extracellular space measurements in *post-mortem* muscle. *Meat science*, 8(2), 147-161. doi.org/10.1016/0309-1740(83)90012-8.
- Horgan, R., & Gavinelli, A. (2006). The expanding role of animal welfare within EU legislation and beyond. *Livestock Science*, 103(3), 303-307. doi.org/10.1016/j.livsci.2006.05.019
- Jerónimo, Romero Y., Herrera, Haro, J. G.; Ortega, Cerrilla, M. E.; Méndez, Gómez-Humarán M.C.; Hernández, Cázares A.S.; Rogers, Montoya N.A.; Luis, Chincoya H. (2024). Effect of two stunning methods on the occurrence of lesions in California rabbit carcasses. *Proceedings 13th World Rabbit Congress*. Tarragona, Spain. 264 – 267 pp. <https://wrc2024.com/images/site/docs/WRC2024.V12.pdf>
- Kirton, A. H., Frazerhurst, L. F., Woods, E. G., & Chrystall, B. B. (1981). Effect of electrical stunning method and cardiac arrest on bleeding efficiency, residual blood and blood splash in lambs. *Meat Science*, 5(5), 347-353. doi.org/10.1016/0309-1740(81)90033-4.
- R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Składanowska-Baryza, J., Ludwiczak, A., Pruszyńska-Oszmałek, E., Kołodziejki, P., & Stanisiz, M. (2020). Effect of two different stunning methods on the quality traits of rabbit meat. *Animals*, 10(4), 700. doi.org/10.3390/ani10040700.
- Vélez, Izquierdo, A., Espinosa García, J. A., & Aguilar Romero, F. (2021). Tipología y caracterización de cunicultores en los Estados del centro de México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 12(2), 469-486. doi.org/10.22319/rmcp.v12i2.5811

EVALUACIÓN ESPACIAL DE PLAGUICIDAS EN SUELOS AGRÍCOLAS DE LA COMARCA LAGUNERA, MÉXICO

Dayana Izquierdo Guzmán¹, Germán Giacomán Vallejos^{1*}, Carmen Ponce Caballero¹, Virgilio René Góngora Echeverría^{1*}, Gonzalo G. García-Vargas²

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), Av. Industrias No Contaminantes S/N, Sin Nombre de Col 27, 97302 Mérida, Yucatán, México.

²Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), Calzada Palmas 1 y Calle Sixto Ugalde. Col. Revolución, 35050 Gómez Palacio, Durango, México.

*Autores de correspondencia: giacomán@correo.uady.mx, virgilio.gongora@correo.uady.mx

Resumen

El uso de plaguicidas en la región de la Comarca Lagunera ha sido una práctica común, generando acumulación de estos residuos en el suelo. Este estudio evaluó la presencia de plaguicidas organoclorados (DDT y sus metabolitos DDE, DDD) y organofosforados (glifosato y su metabolito AMPA) en suelos agrícolas de los municipios de Gómez Palacio y Lerdo (Durango), y Matamoros (Coahuila). Se recolectaron muestras a 20 cm de profundidad y se analizaron mediante cromatografía de gases con detector de captura de electrones. Lerdo presentó las mayores concentraciones de DDT (7.402 ng/g), mientras que Matamoros tuvo la mayor concentración de DDD (17.73 ng/g). El glifosato no se detectó en ningún suelo, pero su metabolito AMPA si, con una concentración máxima de 115.31 ng/g en Lerdo. No se encontraron diferencias significativas entre municipios ni cultivos. El Análisis de Componentes Principales mostró que la humedad y la relación C/N influyen en la retención de estos compuestos en el suelo. Estos hallazgos subrayan la necesidad de estrategias sostenibles para reducir la contaminación del suelo.

Palabras clave:

Plaguicidas, suelo, agricultura, Comarca Lagunera.

SPATIAL PESTICIDE EVALUATION IN “LA COMARCA LAGUNERA” AGRICULTURAL SOILS

Abstract

Using pesticides in “La Comarca Lagunera” region has been a common practice, generating an accumulation of these residues in the soil. This study evaluated the presence of organochlorine pesticides (DDT and its metabolites DDE, DDD) and organophosphates (glyphosate and its metabolite AMPA) in agricultural soils of the municipalities of Gómez Palacio and Lerdo (Durango), and Matamoros (Coahuila). Samples were collected at a depth of 20 cm and analyzed by gas chromatography with an electron capture detector. Lerdo had the highest concentration of DDT (7,402 ng/g), while Matamoros had the highest of DDD (17.73 ng/g). Glyphosate was not detected in any sample, but its metabolite AMPA was, with a maximum concentration of 115.31 ng/g in Lerdo. No significant differences were found between municipalities or crops. Principal Component Analysis showed that moisture and C/N ratio influence the retention of these compounds in soil. These findings underline the need for sustainable strategies to reduce soil pollution.

Keywords: Pesticides, soil, Comarca Lagunera.

INTRODUCCIÓN

Los plaguicidas organoclorados, conocidos por su persistencia y lipofilicidad, fueron introducidos en la década de 1940 debido a su eficacia en el control de insectos. El DDT, ampliamente utilizado en la agricultura y salud pública, fue restringido en muchos países por sus efectos ambientales y en la salud humana (EPA, 2024; Meeker y Boas, 2011). En México, su uso fue prohibido en 1991, sin embargo, residuos de este compuesto siguen detectándose en suelos agrícolas (Hernández Castellanos *et al.*, 2021). Con su prohibición, los organofosforados, como el glifosato, emergieron como alternativas, aunque su toxicidad para el sistema nervioso sigue siendo motivo de preocupación (Ore *et al.*, 2023).

La Comarca Lagunera es una región con intensa actividad agrícola, donde el uso recurrente de plaguicidas ha generado una acumulación de estos residuos en el suelo. Estos contaminantes pueden filtrarse al agua comprometiendo su calidad, o liberarse al aire durante su aplicación representando un riesgo ambiental y para la salud. Ante esta problemática, resulta fundamental evaluar su presencia en suelos agrícolas para proponer estrategias de mitigación y garantizar la sostenibilidad de la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en los municipios de Gómez Palacio y Lerdo (Durango), así como en Matamoros (Coahuila). Los suelos predominantes en la región son xerosoles, característicos de zonas áridas, con acumulación de materia orgánica y minerales arcillosos (INIFAP, 2022). Se distinguen diferentes tipos de cultivos, tales como el maíz forrajero, el melón y la alfalfa.

Métodología

Se recolectaron muestras de suelo superficial (20 cm de profundidad) mediante un muestreo compuesto en zigzag (NOM-AA-105-1988). La extracción de plaguicidas del suelo se realizó mediante el método de extracción asistida por microondas (EPA 3546) y su cuantificación se llevó a cabo mediante cromatografía de gases con detector de captura de electrones (GC-ECD). Además, se realizaron análisis elementales de carbono (C), nitrógeno (N), hidrógeno (H) y azufre (S); del mismo modo se determinó la relación C/N y el contenido de materia orgánica (M.O).

Análisis de los datos

Se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) al 95% de confianza para evaluar diferencias significativas en la concentración de plaguicidas entre municipios y cultivos, así como un Análisis de Componentes Principales (PCA) para determinar la influencia de las propiedades del suelo en la distribución de los plaguicidas. Para lo anterior, se emplearon los softwares SAS Studio y PRIMER 6, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados revelaron la presencia del DDT y sus metabolitos DDE y DDD. El glifosato no se detectó en ninguna de las muestras de suelo sin embargo, su metabolito AMPA si fue detectado. Las mayores concentraciones de DDT (7.402 ng/g) y AMPA (115.31 ng/g) se detectaron en Lerdo, mientras que Matamoros presentó la concentración más alta de DDD

(17.73 ng/g). Sin embargo, del análisis ANOVA (Cuadro 1) no se revelaron diferencias significativas entre municipios ni cultivos.

Cuadro 1. ANOVA para los factores municipio y cultivo.

	Por municipio	Por cultivo
Plaguicidas	Valor p	Valor p
DDT	0.1726	0.2617
DDE	0.1554	0.2758
DDD	0.4579	0.2315
AMPA	0.8865	0.0986

Este resultado sugiere que la distribución de DDT y sus metabolitos podría no estar relacionada con su ubicación geográfica o su cultivo asociado, sino con su persistencia, su aplicación histórica y su uso extensivo en toda el área de estudio.

El DDT es un plaguicida sumamente persistente en el medio ambiente, con una vida media en el suelo que puede alcanzar hasta 15 años (National Pesticide Information Center, 2000). Se degrada lentamente a DDE y DDD, por lo que se utilizan las proporciones entre el DDT y la suma de DDE y DDD como indicador de la edad del DDT. Una relación $DDT/(DDE + DDD) > 1$ indica un uso reciente, mientras que una relación $DDT/(DDE + DDD) < 1$ indica aplicación histórica (Ma *et al.*, 2008). En este estudio, las relaciones son de 0.87 para Gómez Palacio, 1.49 para Lerdo y de 0.59 para Matamoros, lo que sugiere una aplicación más reciente en Lerdo en comparación con las otras localidades.

El AMPA es un metabolito del glifosato, el cual es utilizado para tratar malezas. Al igual que el DDT, el glifosato es una sustancia de amplio espectro, que tiende a usarse indiscriminadamente. Se estima que el 45% del uso global del glifosato en la agricultura se destina al cultivo de maíz (Secretaría de Educación Pública, 2023), sin embargo, no es recomendable en hortalizas y este se encontró en muestras donde se cosecha melón y sandía.

El PCA (Figura 1) muestra una correlación positiva entre la humedad, la relación C/N y la presencia de plaguicidas. La humedad influye en la adsorción de estos compuestos en el suelo, favoreciendo su disponibilidad en los compartimentos más húmedos. Además, una alta relación C/N indica una degradación más lenta de la materia orgánica, lo que prolonga la permanencia de los plaguicidas en el suelo debido a su afinidad con esta fracción orgánica (González Ortega *et al.*, 2022).

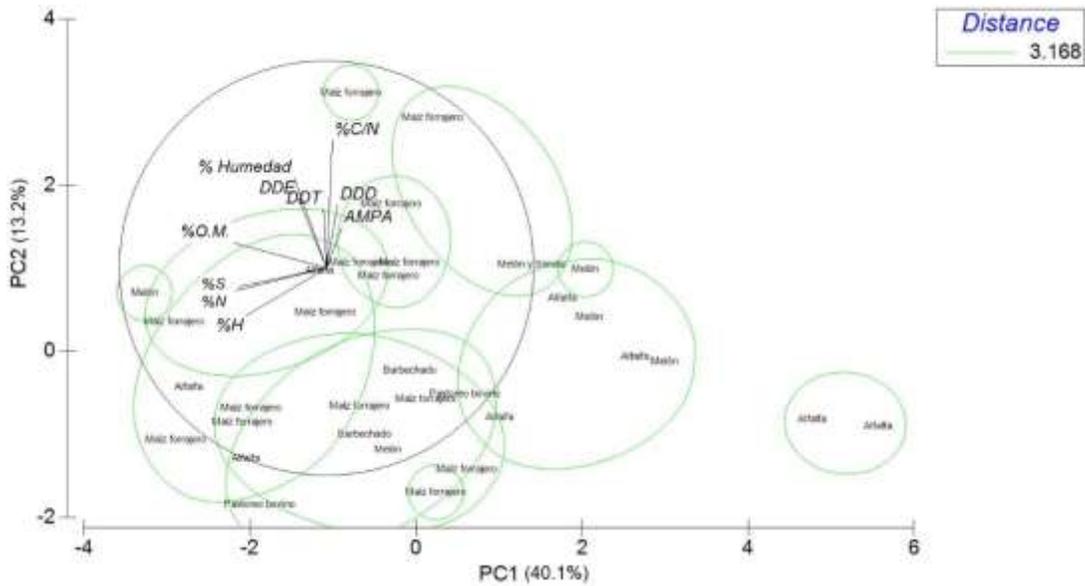


Figura 1. Bigráfica para PC análisis.

CONCLUSIONES

No se encontraron diferencias significativas en la presencia de plaguicidas entre municipios ni entre cultivos, esto se atribuye a la persistencia, aplicación histórica y principalmente al uso extensivo e indiscriminado que se le da a los plaguicidas en la zona. Se observó una relación entre la humedad, la relación C/N y la retención de plaguicidas en el suelo. La alta humedad favorece la adsorción de estos compuestos, mientras que una mayor relación C/N indica una degradación más lenta de la materia orgánica, prolongando la permanencia de los plaguicidas en el suelo. De manera general, se evidencia la existencia de una problemática ambiental con el uso de plaguicidas en la zona de estudio, esto debido a que, de su distribución espacial, para el caso de algunos compuestos, como el DDT, se pone de manifiesto un uso reciente en alguno de los municipios evaluados, aun cuando está prohibido desde 1991.

FINANCIAMIENTO: Proyecto ProNacEs 321540: Proyecto de investigación e incidencia en materia de salud y ambiente para lograr justicia para la Laguna: Intersecciones entre Salud, Ambiente y Estatus socioeconómico (CONAHCYT).

AGRADECIMIENTOS: Se agradece al Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tecnologías (CONAHCyT) por el financiamiento otorgado a través de la beca para la realización de los estudios de Maestría en Ingeniería.

CONFLICTO DE INTERESES: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS

González Ortega, E., & Fuentes Ponce, M. H. (2022). Dinámica del glifosato en el suelo y sus efectos en la microbiota. *Revista Internacional De Contaminación Ambiental*, 38, 127–144. <https://doi.org/10.20937/RICA.54197>

- Hernández Castellanos, J. L., Cuervo González, R., Montañez Soto, J. L., Hernández Castellanos, N. D., Pérez Vargas, M. A., Cruz Hernández, A., & Chaires Martínez, L. (2021). Biodegradación de plaguicidas organofosforados y organoclorados por *Candida tropicalis* y *Stenotrophomonas maltophilia* en microcosmos del suelo. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 37(3), 553-564. <https://doi.org/10.20937/RICA.53889>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2022). Reporte anual 2022: Ciencia y tecnología para el campo mexicano. Región Lagunera. Gobierno de México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/829898/REPORTE_ANUAL_CIRNOC_LA_LAGUNA_2022.pdf
- Ma, X., Ran, Y., Gong, J., & Zou, M. (2008). Concentrations and inventories of polycyclic aromatic hydrocarbons and organochlorine pesticides in watershed soils in the Pearl River Delta, China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 145, 453-464. <https://doi.org/10.1007/s10661-007-0045-3>
- Meeker, J. D., & Boas, M. (2011). Pesticides and thyroid hormones. In J. O. Nriagu (Ed.), *Encyclopedia of Environmental Health* (pp. 428-437). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52272-6.00589-4>
- National Pesticide Information Center. (2000). DDT (Technical Fact Sheet). Recuperado el 22 de noviembre de 2024, de <https://npic.orst.edu/factsheets/archive/ddttech.pdf>
- Ore, O. T., Adeola, A. O., Bayode, A. A., Adedipe, D. T., & Nomngongo, P. N. (2023). Organophosphate pesticide residues in environmental and biological matrices: Occurrence, distribution, and potential remedial approaches. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 5, 9-23. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.10.004>
- Secretaría de Educación Pública. (2023). Decretos que establecen diversas acciones en materia de glifosato y maíz genéticamente modificado. Gobierno de México. Recuperado el 14 de febrero de 2025, de <https://www.gob.mx/sep/acciones-y-programas/decretos-que-establecen-diversas-acciones-en-materia-de-glifosato-y-maiz-geneticamente-modificado>
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (2024). DDT - A brief history and status. Recuperado de <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/ddt-brief-history-and-status>



PONENCIAS EN CARTELES

**CONTROL BIOLÓGICO DE HONGOS FITOPATÓGENOS DE CHILE
YAHUALICA MEDIANTE *BACILLUS SUBTILIS*
Esmeralda Plascencia-Ulloa.¹, Lily X. Zelaya-Molina ^{2*}, Edgardo Bautista-
Ramírez³ Fernando I. Chavéz-Díaz² Zoe Resendiz-Venado⁴ Nelly E, Cortéz-
Martínez⁵**

¹Centro Universitario de la Costa, Av. Universidad #203, delegación Ixtapa, 48280 Puerto Vallarta, Jalisco, México

²Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP, Av. Biodiversidad #400, 47600 Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.

³Campo Experimental Centro Altos de Jalisco-CIRPAC-INIFAP. Av. Biodiversidad 2470, 47714 Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.

⁴Centro Universitario de los Lagos-UdeG, Av. Enrique Díaz de León 1144, 47460 Lagos de Moreno, Jalisco, México.

⁵Centro Universitario de los Altos-UdeG, Av. Rafael Casillas Aceves No. 1200, 47620 Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.

*Autor de correspondencia: lilizelaya@yahoo.com.mx

Resumen

El chile Yahualica (*Capsicum annuum* L.), un producto tradicional de Jalisco, sufre pérdidas por enfermedades fúngicas. En este estudio se aislaron, identificaron y caracterizaron hongos fitopatógenos y bacterias de control biológico a partir de semillas de chile Yahualica. Los aislamientos de hongos se identificaron pertenecientes a los géneros *Fusarium*, *Alternaria*, *Rhizomucor*, *Epicoccum*, *Talaromyces*, *Colletotrichum* y *Aspergillus*; y las cepas bacterianas de control biológico a *Bacillus subtilis*. En pruebas de cultivo de confrontación, *B. subtilis* inhibió 44-94% el crecimiento de los hongos, y en pruebas de cultivo de contacto inhibieron el crecimiento de los hongos 70- 90%. Las cepas de *B. subtilis* tienen potencial de biocontrol de los hongos fitopatógenos *Alternaria*, *Rhizomucor*, *Epicoccum*, *Talaromyces*, *Colletotrichum* y *Aspergillus* en el cultivo de chile Yahualica.

Palabras clave:
Control biológico,
Bacillus subtilis, chile
Yahualica, *Capsicum
annuum* L.

BIOLOGICAL CONTROL OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI OF YAHUALICA CHILI USING *BACILLUS SUBTILLIS*

Abstract

The Yahualica Chili Pepper (*Capsicum annuum* L.), a traditional product of Jalisco, has a significant decline due to fungal diseases. In this research, we isolate, identify, and categorize the phytopathogenic fungi, as well as bacteria for biological control, from seeds of the Yahualica Chili Pepper. The isolated fungi were identified belonging to the genera: *Fusarium*, *Alternaria*, *Rhizomucor*, *Epicoccum*, *Talaromyces*, *Colletotrichum*, and *Aspergillus*; while the biologically controlled bacterial strains to *Bacillus subtilis*. In dual culture tests, *B. subtilis* inhibited fungal growth by 44-94%, and in contact culture tests they inhibited fungal growth by 70-90%. In the Yahualica Chili Pepper crop, *B. subtilis* strains have the potential for biocontrol of the phytopathogenic fungi: *Alternaria*, *Rhizomucor*, *Epicoccum*, *Talaromyces*, *Colletotrichum*, and *Aspergillus*.

Keywords: Biological
control, *Bacillus
subtilis*, Yahualica
chili, *Capsicum
annuum* L.

INTRODUCCIÓN

El chile Yahualica, un cultivo distintivo de la región de los Altos de Jalisco, es apreciado por su sabor, aroma y pungencia únicos, pero se ve amenazado por patógenos que afectan principalmente la germinación de las semillas (NOM-239, 2021). Las enfermedades originadas en los almácigos son causadas principalmente por hongos como *Fusarium spp.*, *Rhizoctonia spp.* y *Alternaria spp.*, los cuales se transmiten a través de las semillas (Velásquez-Valle *et al.*, 2007). Estos fitopatógenos pueden reducir significativamente el rendimiento del cultivo. Los métodos convencionales de control de patógenos, como el uso de fungicidas químicos, pueden tener efectos negativos en el medio ambiente y en la salud humana, y seleccionar patógenos resistentes. El uso de microorganismos como *Bacillus subtilis* para el control biológico de estas enfermedades tiene gran auge, ya que tienen una amplia capacidad para producir antibióticos y enzimas que inhiben el crecimiento de diversos fitopatógenos (Fernández-Larrea Vega, 2001). Es por esto que el presente estudio se centra en identificar a los hongos fitopatógenos que afectan a la semilla de chile Yahualica y evaluar la eficacia de *Bacillus subtilis* como una alternativa biológica para su control.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Se recolectaron las semillas de chile Yahualica (*Capsicum annum* L.) provenientes de la localidad de González Gallo, en el estado de Jalisco.

Metodología

Las semillas se desinfectaron en cámara de gas durante 4 horas. Después se colocaron en medio Agar-agua y se incubaron a 38°C por 3 días. Posteriormente, los hongos filamentosos que crecieron de las semillas se aislaron y purificaron por punta de hifa en medio de Papa Dextrosa Agar (PDA). Las bacterias que igualmente crecieron de las semillas se aislaron y purificaron en Agar de Soya Triptona (TSA). Todas las cepas se conservaron en glicerol al 25% a -80°C.

Los hongos filamentosos se identificaron mediante el análisis filogenético de la región del Transcrito Espaciador Interno (región ITS), y las bacterias mediante el análisis filogenético del gen del 16S rRNA. El proceso de extracción de DNA, amplificación y secuenciación de los fragmentos de DNA se realizó en Macrogen. Las secuencias se editaron con el software BIOEDIT versión 7.2.5 y se compararon con la biblioteca del GenBank a través de una búsqueda BLAST para obtener una colección de secuencias relacionadas. Todas las secuencias se alinearon utilizando el programa CLUSTAL X. El análisis filogenético de cada marcador se realizó con el software MEGA V.7.

Las pruebas de cultivo dual entre las cepas de hongos fitopatógenos y las cepas bacterianas se realizaron en PDA. En la prueba de confrontación se sembró en una mitad de la caja de Petri un cubo de 5x5 mm de micelio del hongo y en la otra mitad se hizo una estría de la bacteria. En la prueba de contacto, en el medio de cultivo se realizó un estriado masivo de la cepa bacteriana y sobre el cual se inoculó un cubo de 5x5 mm de micelio del hongo. Se consideraron como controles positivos cepas de los hongos fitopatógenos crecidas en PDA en las mismas condiciones. Todas las cajas de Petri se incubaron a 38 °C durante 7 días. Se calculó el área de inhibición de crecimiento de los hongos considerando el área de

crecimiento del hongo fitopatógeno en las pruebas de cultivo dual y el crecimiento del hongo fitopatógeno control positivo.

Análisis de los datos

Los datos se analizaron mediante ANOVA y prueba de comparaciones múltiples de Tukey, considerando diferencias significativas con $p < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los hongos aislados en este estudio correspondieron a los géneros *Alternaria*, *Aspergillus*, *Colletotrichum*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Rhizomucor* y *Talamoryces*; mientras que las cepas bacterianas de interés correspondieron a la especie *Bacillus subtilis*. En las pruebas de cultivo dual las cepas de *B. subtilis* inhibieron el crecimiento de los hongos fitopatógenos de manera diferencial. En la prueba de confrontación, *B. subtilis* CBB1-1 demostró mayor inhibición contra *Epicoccum* (95%) y *Colletotrichum* (85%), mientras que la cepa *B. subtilis* CBB1-2 mostró mayor inhibición contra *Aspergillus* (69%) y *Talamoryces* (92%) (Cuadro 1). En *Fusarium*, se observó variabilidad entre aislamientos, el aislamiento más susceptible fue CBB1-1 (64%) (Cuadro 1). En la prueba de contacto, *B. subtilis* CBB1-1 y CBB1-2 presentaron una inhibición mayor al 70% contra la mayoría de los hongos. Los porcentajes de inhibición superaron el 70% en la mayoría de los casos, y llegaron a superar el 90% en el caso de *Alternaria* sp., *Colletotrichum* sp. y *Epicoccum* sp. *Aspergillus* sp. mostró una alta inhibición (93%) en el cultivo de contacto con *B. subtilis* CBB1-1 (Cuadro 1; Figura 1).

Cuadro 1. Porcentaje de inhiición de patógenos *Rhizomucor*, *Aspergillus*, *Epicoccum*, *Talamoryces*, *Fusarium*, *Alternaria* y *Colletotrichum* de semilla de Yahualica por el control biológico de dos cepas de *Bacillus Subtillis* sp. (CBB1-1 y CBB1-2).

Género de patógeno	Porcentaje de inhibición de crecimiento (CBB1-1) Cultivo Dual	Porcentaje de inhibición de crecimiento (CBB1-2) Cultivo Dual	Figura	Porcentaje de inhibición de crecimiento (CBB1-1) Contacto	Porcentaje de inhibición de crecimiento (CBB1-2) Cultivo Dual	Figura
<i>Rhizomucor</i>	46%	24%	1A (a-b)	74%	69%	1A (c-d)
<i>Aspergillus</i>	57%	69%	1B (a-b)	93%	82%	1B (c-d)
<i>Epicoccum</i>	95%	42%	1C (a-b)	99%	95%	1C (c-d)
<i>Talamoryces</i>	83%	92%	1D (a-b)	96%	95%	1D (c-d)
<i>Fusarium</i>	45%	44%	1E (a-b)	75%	81%	1E (c-d)
<i>Fusarium</i>	64%	23%	1F (a-b)	73%	76%	1F (c-d)
<i>Alternaria</i>	44%	47%	1G (a-b)	92%	97%	1G (c-d)
<i>Colletotrichum</i>	85%	71%	1H (a-b)	97%	94%	1H (c-d)

CONCLUSIONES

Las cepas *Bacillus subtilis* CBB1-1 y CBB1-2 inhiben el crecimiento de hongos fitopatógenos transmitidos por las semillas de chile Yahualica, por lo que se pueden emplear para el desarrollo de un biofungicida para el biocontrol de estas enfermedades en Chile Yahualica.

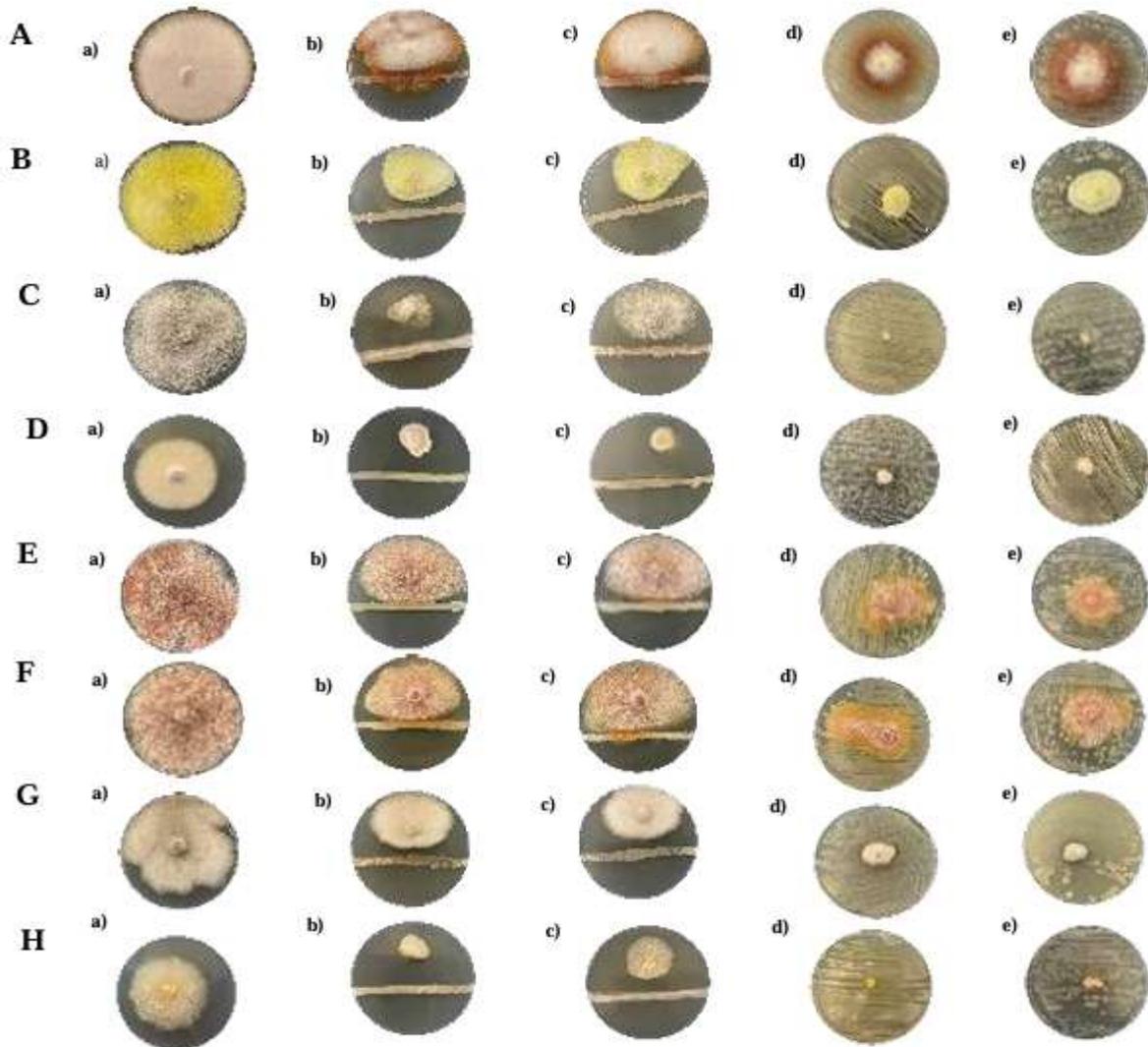


Figura 1. Efecto de las dos cepas de *Bacillus subtilis*. (CBB1-1 y CBB1-2) sobre el crecimiento de diferentes patógenos fúngicos (ver Tabla 1 para valores de porcentaje de inhibición). (A-H) Patógenos individuales: (A) *Rhizomucor* sp., (B) *Aspergillus* sp., (C) *Epicoccum* sp., (D) *Talamoryces* sp., (E y F) *Fusarium* sp., (G) *Alternaria* sp., (H) *Colletotrichum* sp. (a) Control (b y d) cepa *Bacillus subtilis* CBB1-1 y (c y e) cepa *Bacillus subtilis* CBB1-2.

REFERENCIAS

- NOM-239-SE-2020. (2021). NORMA Oficial Mexicana NOM-239-SE-2020, Chile Yahualica (*Capsicum annuum* L.)-Denominación-Especificaciones, información comercial y métodos de prueba. Secretaría de Economía, México. DOF, 29 de marzo de 2021,
- Velásquez-Valle, R., Amador-Ramírez, M. D., Medina-Aguilar, M. M., & Lara-Victoriano, F. (2007). Presencia de Patógenos en Almácigos y Semilla de Chile (*Capsicum annuum* L.) en Aguascalientes y Zacatecas, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 25(1), 75-79.
- Fernández-Larrea Vega, O. (2001). *Microorganismos antagonistas para el control fitosanitario*. 62, 96-100.

NANOPARTÍCULAS DE COBRE Y ÁCIDO GIBERÉLICO EN LA DINÁMICA DE CRECIMIENTO Y CONTENIDO DE CLOROFILA EN TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)

Víctor M. Toribio-Solís¹, Luis E. Tamayo-Ruiz^{3*}, Alejandro García-Ramírez²
Luis G. Vázquez-Guevara^{1*}, Carlos A. Urbina-Gaza¹

¹Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), Centro Universitario Victoria, Campus, 87149 Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

²Campo Experimental Uruapan, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agropecuarias (INIFAP), Av. Latinoamericana #1101, Col. Revolución, 60150 Uruapan, Michoacán, México.

³Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico de la Universidad del Valle de México (CIIDETEC-UVM), Blvd. Los Castillos Fracc. #275, Montes Azules, 29056 Tuxtla, Gutiérrez, Chiapas.

*Autor de correspondencia: luis_tamavor@my.uvm.edu.mx

Resumen

El ácido giberélico (AG₃) se emplea para múltiples fines en el sector agrícola, principalmente para aumentar el rendimiento y aumento del desempeño del cultivo de tomate, por su parte, las nanopartículas de cobre (NpCu) son una tecnología en la agricultura, su aplicación comparte algunos beneficios similares a la aplicación de fitohormonas. Se utilizaron plántulas de tomate de 15.6 cm de altura en promedio con los tratamientos foliares: 300 ppm de AG₃, 100 ppm de NpCu, 300 ppm de AG₃ + 100 ppm de NpCu, además de un testigo. El objetivo del trabajo fue evaluar la dinámica de la altura de planta y el contenido relativo de clorofila por la aplicación foliar de AG y NpCu quincenalmente. La aplicación foliar de 300 ppm de AG₃ promovió mayor altura de planta, pero provocó un decremento del contenido de clorofila, sin embargo, la aplicación de NpCu puede compensar la reducción de clorofila.

Palabras clave: AG₃, fitohormonas, foliar, NPCu, SPAD.

COPPER NANOPARTICLES AND GIBBERELIC ACID IN THE GROWTH DYNAMICS AND CHLOROPHYLL CONTENT OF TOMATO (*Solanum lycopersicum* L.).

Abstract

Gibberellic acid (GA₃) is used for multiple purposes in the agricultural sector, mainly to increase the yield and performance of the tomato crop, while copper nanoparticles (CuNP) are a technology in agriculture, its application shares some benefits like the application of phytohormones. Tomato seedlings averaging 15.6 cm in height were used with the foliar treatments: 300 ppm GA₃, 100 ppm CuNP, 300 ppm GA₃+ 100 ppm CuNP, in addition to a control. The objective of the study was to evaluate the dynamics of plant height and relative chlorophyll content through the biweekly foliar application of GA and CuNPs. The foliar application of 300 ppm GA₃ promoted greater plant height, but caused a decrease in chlorophyll content; however, the application of CuNP can compensate for the reduction in chlorophyll.

Keywords: GA₃, phytohormones, foliar, CuNP, SPAD.

INTRODUCCIÓN

El tomate es uno de los cultivos más cosechados en el mundo, se han sembrado hasta 4.8 millones de hectáreas, con una producción de 182 millones de toneladas cada año (Anwar *et al.*, 2019). Para su cultivo suelen utilizarse sustancias que benefician a su desarrollo como el ácido giberélico (AG), la cual es una fitohormona que ha sido empleada en la agricultura para aumentar el porcentaje de germinación de semillas, producción de plántulas vigorosas, aumento en la calidad del fruto y por supuesto la cantidad de producción en el cultivo de tomate (Seethalakshmi *et al.*, 2022). Así también se explorado otras ventajas que tiene su uso para evitar que los cultivos experimenten severos daños por estrés por riego, toxicidad por múltiples elementos y también por la cantidad de sales que contiene el suelo (Kaya *et al.*, 2020). Por su parte, la nanotecnología en la agricultura en forma de nanopartículas (NP) es una alternativa novedosa y su aplicación comparte algunos beneficios similares a la de la aplicación de la fitohormona, sin embargo, es acompañada de otras propiedades como la reducción de los daños por enfermedades de las plantas, aumento de los compuestos beneficiosos, la calidad de fruto e incluso pueden modificar positivamente la fotosíntesis de las plantas de tomate (Hernández-Hernández *et al.*, 2019). Por tanto, el objetivo del trabajo fue evaluar la dinámica de la altura de planta y el contenido relativo de clorofila asociados a la aplicación foliar bisemanal de AG y NP de cobre.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El experimento se estableció bajo condiciones de invernadero, ubicado en la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. El material vegetal utilizado fue tomate de crecimiento determinado de casa semillera Caloro. Se utilizó un suelo de textura franco-arcillosa con un pH de 7.8 y una conductividad eléctrica de 1.8 mS cm².

Metodología

Las semillas fueron sembradas en charolas y como sustrato se utilizó Peatmoss hidratado con agua corriente. Las plántulas fueron trasplantadas 35 días después de la emergencia con una altura promedio de plántulas de 15.6 cm. El riego y nutrición del cultivo se manejó a través de un sistema de riego por goteo con un aforo de 7.56 L h⁻¹ y la solución Steiner para la nutrición en la etapa del cultivo evaluada. El experimento se condujo a través de un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos con cuatro repeticiones; Agua destilada (T0), 300 mg L⁻¹ de ácido giberélico (T1), 100 ppm de nanopartículas de cobre (T2), 300 mg L⁻¹ de ácido giberélico + 100 ppm de nanopartículas de cobre (T3). Las aplicaciones de los tratamientos se aplicaron de modo bisemanal. La variable de altura de planta se registró cada semana, el contenido relativo de clorofila se midió con un clorofilómetro (SPAD-502 Plus, Konica, Minolta) al finalizar el periodo de evaluación.

Análisis de los datos

Se utilizó el paquete estadístico JMP versión 13.0 para el análisis de varianza y se realizó la comparación de medias con una significancia de $p=0.05$ de la altura de planta y el contenido relativo de clorofila.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de planta

En la primera semana, todas las plantas tenían alturas similares al inicio del tratamiento (Figura 1). En la segunda semana, T4 mostró la mayor altura promedio, seguido por T2, mientras que T1 y T3 no presentaron diferencias entre sí. La tercera semana reflejó alturas superiores en T2 y T4 en comparación con T1 y T3, apoyando la efectividad del AG₃ y NPCu en el crecimiento de las plantas, aunque su combinación no mostró un cambio significativo. Para la cuarta semana, T4 alcanzó la mayor altura, lo que sugiere que el momento de la aplicación de giberelinas es crucial (Balaguera-López *et al.*, 2009). En la quinta semana, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. La sexta semana replicó la dinámica de la semana cuatro. En la séptima semana, T2 y T4 alcanzaron las mayores alturas, seguidos por T1. El T3 presentó la menor altura, indicando que, aunque las nanopartículas de cobre a 100 ppm promovieron inicialmente el crecimiento, este efecto no se mantuvo sin la aplicación continua del tratamiento, permitiendo que T2 y T4 superaran a T3.

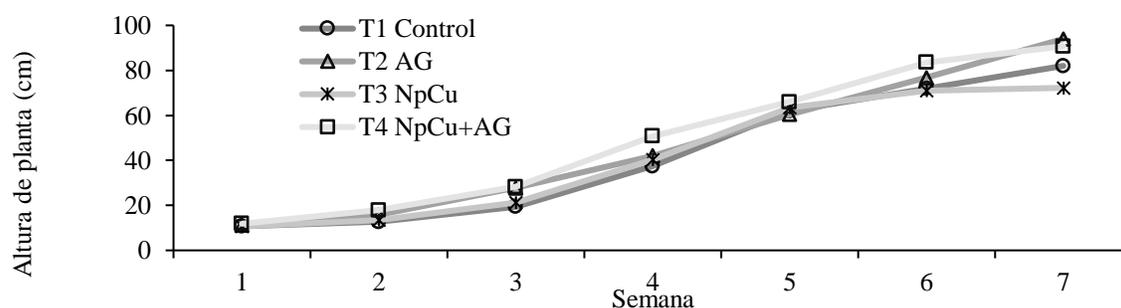


Figura 1. Respuesta semanal de la altura de planta por la aplicación foliar de ácido giberélico (300 ppm), nanopartículas de cobre (100 ppm) y concentraciones combinadas.

Contenido de clorofila

El contenido relativo de clorofila con aplicación de AG₃ presentó un valor inferior a los tratamientos restantes, el cual puede ser atribuido a la aplicación constante de ácido giberélico. Briant (1974), indicó que la reducción se debe a la dilución, ya que la aplicación constante de ácido giberélico incrementa la absorción de agua. En contraste, la toxicidad por cobre puede reducir el contenido de clorofila en plantas (Dey *et al.*, 2014), sin embargo, las nanopartículas de cobre, cuando se realizaron las aplicaciones de ácido giberélico, permitió compensar la reducción por dilución del contenido de clorofila. Adicionalmente, además del AG₃, junto con la aplicación de otros bioreguladores tienen influencia sobre los niveles de clorofila, lo que puede afectar la fisiología y nutrición de las plantas (Ramírez *et al.*, 2018).

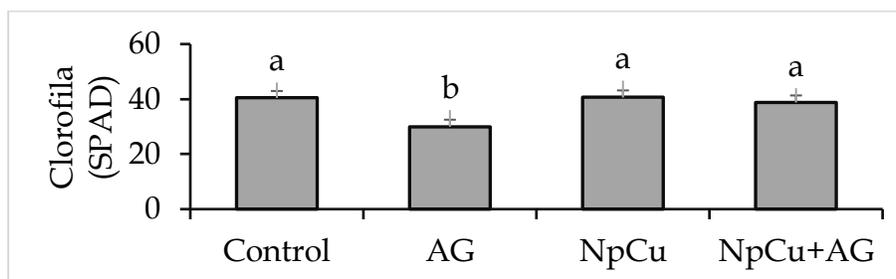


Figura 2. Contenido relativo de clorofila (SPAD) por la aplicación foliar de ácido giberélico (300 ppm), nanopartículas de cobre (100 ppm) y concentraciones combinadas 60 DDT.

CONCLUSIONES

La altura de planta fue influenciada por la aplicación foliar de nanopartículas y el uso combinado de ácido giberélico con nanopartículas de cobre puede compensar los bajos niveles de clorofila influenciado por la dilución de la hormona vegetal aplicada de forma exógena.

AGRADECIMIENTOS: A la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la UAT por facilitar los espacios para la ejecución del experimento y a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI).

REFERENCIAS

- Seethalakshmi, S., Umarani, R., & Djanaguiraman, M. (2022). Gibberellic acid biosynthesis during dehydration phase of priming increases seed vigour of tomato. *Plant Growth Regulation*, 97(2), 255-262. <https://doi.org/10.1007/s10725-021-00783-9>
- Erdemli, H., & Kaya, M. (2015). The effects of gibberellic acid doses on yield and germination under abiotic stress conditions in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24(1), 38-46.
- Anwar, R., Fatima, T., & Mattoo, A. K. (2019). Tomatoes: A model crop of solanaceous plants. In *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389414.013.223>
- Hernández-Hernández, H., Quiterio-Gutiérrez, T., Cadenas-Pliego, G., Ortega-Ortiz, H., Hernández-Fuentes, A. D., Cabrera de la Fuente, M., Valdés-Reyna, J. & Juárez-Maldonado, A. (2019). Impact of selenium and copper nanoparticles on yield, antioxidant system, and fruit quality of tomato plants. *Plants*, 8(10), 355. <https://doi.org/10.3390/plants8100355>
- Hafeez, A., Razaq, A., Mahmood, T., & Jhazab, H. M. (2015). Potential of copper nanoparticles to increase growth and yield of wheat. *Journal of Nanoscience Advances Technology*, 1(1), 6-11. <https://doi.org/10.24218/jnat.2015.02>
- Briant, R. E. (1974). An analysis of the effects of gibberellic acid on tomato leaf growth. *Journal of Experimental Botany* 25(4),764-771. <https://doi.org/10.1093/jxb/25.4.764>
- Ramírez, H., López-Fabian, A., Peña-Cervantes, E., Zavala-Ramírez, M. G, y Zermeño-González. A. (2018). P-Ca, AG4/7 Y 6-BAP en la fisiología y nutrición de tomate en invernadero. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas* 9 (4). <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i4.1392>
- Balaguera-López, H.E, Cárdenas-Hernández, J. F & Álvarez-Herrera, J. G. (2009). Effect of gibberellic acid (GA₃) on seed germination and growth of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) *Acta Horticulturae* 821(821):141-148. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.821.15>
- Dey, S., Biswas, A., Kundu, R., & Paul, S. (2024). Role of Copper in Tolerance Against Different Environmental Stress. En *Biology and Biotechnology of Environmental Stress Tolerance in Plants* (pp. 351-386). Apple Academic Press.
- Kaya, C., Sarioğlu, A., Ashraf, M., Alyemeni, M. N., & Ahmad, P. (2020). Gibberellic acid-induced generation of hydrogen sulfide alleviates boron toxicity in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 153, 53-63. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.04.038>

RESPUESTA PRODUCTIVA A LA FRECUENCIA DE ORDEÑO EN CAPRINOS LOCALES EN PASTOREO BAJO COMPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA

Jorge Alonso Maldonado-Jáquez^{1*}, Saúl Santana-Espinoza¹, Antonio Anaya-Salgado¹, Juan Isidro Sánchez Duarte¹, Arturo Reyes-González¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Campo Experimental La Laguna. 27440 Matamoros, Coahuila, México

*Autor de correspondencia: maldonado.jorge@inifap.gob.mx

Resumen

El objetivo fue evaluar la respuesta productiva del doble ordeño en caprinos locales en pastoreo bajo complementación alimenticia. Se utilizaron 22 cabras locales, asignadas a tres grupos: 1 Grupo Testigo-Ordeña Simple (GTOS; n=6), alimentado solo en pastoreo, 2) Grupo Complementado-Ordeña Simple (GCOS; n=6) y 3) Grupo Complementado Ordeña-Doble (GCOD; n=10), que además del pastoreo recibieron una complementación alimenticia a partir del parto y hasta transcurridos 83 días en producción de leche. Se midió producción de leche a partir del día 28 después del parto. La ordeña se realizó con horario de 6-8 h para los tres grupos y, de 13-14 h para GCOD. La mayor producción ($p<0.05$), se observó en el GCOD, duplicando y triplicando la producción GCOS y GTOS, respectivamente. Un esquema de complementación alimenticia y doble ordeño, puede ser utilizada como una estrategia para mejorar la productividad y rentabilidad de sistema de producción a pequeña escala.

Palabras clave:
Cabras, manejo, pequeños rumiantes, zonas áridas

PRODUCTIVE RESPONSE TO MILKING FREQUENCY IN LOCAL GOATS GRAZING UNDER FEED SUPPLEMENTATION

Abstract

The objective was to evaluate the productive response of double milking in local goats grazing under dietary supplementation. 22 local goats were used, assigned to three groups: 1) Control Group-Single Milking (GTOS; n=6), fed exclusively on grazing, 2) Complementary Group-Single Milking (GCOS; n=6) and 3) Complementary Group-Double Milking (GCOD; n=10), in addition to grazing, they received food supplementation from calving until 83 days of milk production. Milk production was measured from day 28 after calving. Milking was carried out from 6-8 h for the three groups and from 13-14 h for GCOD. The highest production ($p<0.05$) was observed in GCOD, doubling and tripling the production of GCOS and GTOS, respectively. A feed supplementation and double milking frequency scheme can be used as a strategy to improve the productivity and profitability of small-scale production systems.

Keywords: Goats, management, small ruminants, arid zones.

INTRODUCCIÓN

En América Latina, México destaca como uno de los principales productores de leche de cabra, con una producción anual cercana a 59,000 toneladas (SIAP, 2023). La producción de este producto se concentra principalmente en los estados de Coahuila, Durango, Guanajuato y San Luis Potosí, donde las condiciones semiáridas son propicias para la cría de caprinos (Arechiga *et al.*, 2008). Esta producción contribuye significativamente a la economía rural, ya que la mayoría de los productores son pequeños ganaderos que dependen de esta actividad para su subsistencia (Torres-Hernández *et al.*, 2022).

En este sentido, el manejo adecuado en la producción lechera es fundamental para maximizar la productividad. Por ello, factores como la alimentación, el cuidado sanitario, el manejo reproductivo y de la ordeña influyen directamente en la cantidad y calidad de la leche producida (Morand-Fehr *et al.*, 2007). Así, la implementación de la ordeña doble (mañana y tarde), ha demostrado ser una práctica efectiva para incrementar este parámetro (Högberg *et al.*, 2016). Algunos estudios han reportado que la ordeña doble puede aumentar la producción en un 20-30% en comparación con la ordeña simple, debido a que se estimula la secreción láctea y se reduce la presión intramamaria (Martínez *et al.*, 2017; Salama *et al.*, 2005). No obstante, la mayoría de estos estudios se centran en razas especializadas y, por lo tanto, los reportes que señalen este efecto en cabras criollas, nativas o locales, son escasos (Hussein *et al.*, 2023).

Así mismo, además de la frecuencia de ordeña, otros factores de manejo, como la alimentación también juegan un papel crucial en la producción de leche. Por ejemplo, la inclusión de complementos alimenticios de alta calidad ha demostrado aumentar la producción de leche desde 30 hasta 80% dependiendo del complemento ofrecido (Maldonado-Jáquez *et al.*, 2023). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar la respuesta productiva del doble ordeño en caprinos locales en pastoreo bajo complementación alimenticia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en dos explotaciones, una ubicada en el ejido Zaragoza, en el municipio de Viesca, Coahuila, y la segunda en las instalaciones del Centro de Evaluación Genética en Ovinos y Caprinos del INIFAP- Campo Experimental La Laguna, en Matamoros, Coahuila. Ambas unidades de producción se encuentran a una distancia de 25 km entre sí, y se localizan dentro de la región conocida como Comarca Lagunera, en el norte de México a 24° 22' LN y 104° 47' LO, en un ambiente con clima es seco o desértico.

Metodología

Se utilizaron 22 cabras locales, asignadas a tres grupos homogéneos en peso vivo (PV) y días en producción de leche (DPL), bajo un diseño de bloques completos al azar. Los tratamientos fueron; Grupo Testigo-Ordeña Simple (GTOS; n=6), con PV de 45.61±2.8 kg y 62.9 DPL el cual fue alimentado exclusivamente con lo recolectado en la ruta de pastoreo y sin ningún complemento alimenticio, y los grupos Complementado-Ordeña Simple (GCOS; n=6) con PV de 46.76±4.2 kg y 63.4 DPL y Complementado Ordeña-Doble (GCOD; n=10) con PV de 45.3±2.8 kg y 63.6 DPL, además del pastoreo recibieron una complementación

alimenticia, consistente en una dieta integral que contenía la cual contenía grano de maíz rolando (17.1%), grano de sorgo quebrado (17.1%), salvado de trigo (9.0%), pasta de soya (9.0%), urea (1.2%), melaza (4.8%), rastrojo de maíz (8.0%), heno de alfalfa (32.0%) y premezcla mineral (1.8%), a razón de 1.0% (0.475 kg) del PV de animal a partir del parto y hasta transcurridos 83 DPL.

Los animales pastorearon de 4 a 6 h d⁻¹ y regresaron a corrales de descanso en donde tuvieron acceso a agua limpia y fresca. Las cabras de GCOS y GCOD recibieron la alimentación complementaria al regreso de la ruta de pastoreo. La PL se midió en lactancia temprana a partir de que los cabritos fueron destetados o vendidos, a partir del día 28 en PL y hasta cumplidos 83 DPL. La ordeña se realizó de manera manual en todos los grupos con horario de 6-8 h y, de 13-14 h para el GCOD. La producción se expresó kg por medio de una báscula comercial electrónica tipo gancho con capacidad de 45 kg ± 5 g (Metrology, Nuevo León, México).

Análisis de los datos

La información se analizó utilizando el paquete estadístico Infostat. Se aplicó un ANOVA bajo un diseño de medidas repetidas y la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se muestran en el Cuadro 1 y Figura 1. Se encontraron diferencias ($p < 0.05$) entre grupos y donde la mayor producción se encontró en el GCOD, durante todo el periodo de estudio y desde que se implementó la doble ordeña en GCOD. Los resultados son interesantes, pues se observa un efecto positivo debido a la complementación alimenticia en GCOS, pero además este efecto es potenciado por una doble ordeña, y donde la producción de leche, se duplicó respecto del GCOS y se triplicó con respecto al GTOS.

Cuadro 1. Producción de leche en cabras locales en lactancia temprana bajo pastoreo, manejadas en ordeña sencilla y doble y con complementación alimenticia.

Tratamiento	Media ± E.E.	P-Valor
GTOS	0.570 ± 0.05 ^c	
GCOS	0.800 ± 0.05 ^b	<0.0001
GCOD	1.460 ± 0.04 ^a	

GTOS: Grupo testigo ordeña simple; GCOS: Grupo complementado ordeña simple; GCOD: Grupo complementado ordeña doble; ^{a,b,c}: Literales diferentes indican diferencias entre grupos ($P < 0.05$).

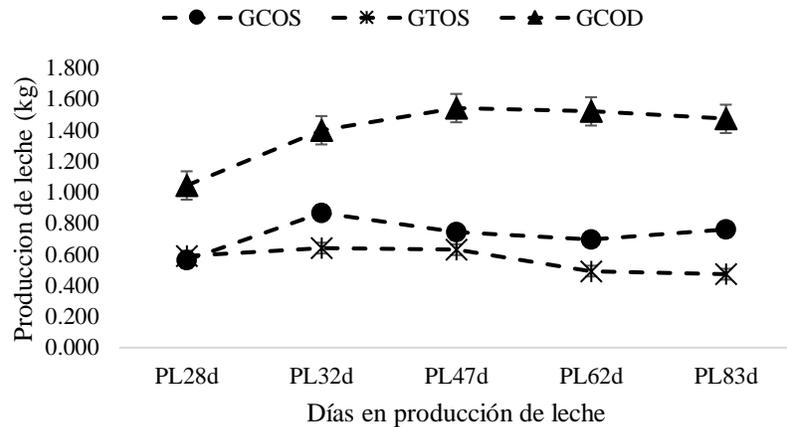


Figura 1. Comportamiento de la producción de leche en caprinos en lactancia temprana manejados en ordeña sencilla y doble, con complementación alimenticia.

Los resultados encontrados son muy importantes, ya que no se ha documentado el efecto conjunto de la complementación alimenticia y la frecuencia de ordeño en PL de cabras locales en pastoreo. Al respecto, existe información que refiere, por separado, incrementos del 30% en PL en lactancia temprana en cabras complementadas con un solo ordeño (Maldonado-Jáquez *et al.*, 2024), mientras que la doble ordeña, también muestra incrementos del 30% (Salamanca *et al.*, 2003). En este sentido, se demuestra que esquemas de manejo integrales, ayudan a potenciar la respuesta productiva y se mantiene constante durante toda la fase de lactancia temprana (Figura 1).

CONCLUSIONES

Se concluye que una complementación alimenticia y un esquema de frecuencia de ordeño doble, potencia la producción de leche en caprinos locales en pastoreo, y puede ser utilizada como una estrategia para mejorar la productividad y rentabilidad en los sistemas de pequeña escala. No obstante, estudios más profundos se recomiendan para conocer con detalle las implicaciones técnicas, y económicas que tendría este sistema de manejo mejorado.

FINANCIAMIENTO: Se agradece a INIFAP por el financiamiento del proyecto “Estrategias de suplementación sustentables para incrementar la producción de leche de cabras en pastoreo durante el periodo de estiaje en el norte de México”.

REFERENCIAS

- Hussein A, Aseffa S, Kuraz B, Bedaso B. (2023). Breeding and milking management's and goats production constraints in Siltie zona SNNPR, Ethiopia. *Heliyon*. 9(12): e22573. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22573>
- Martínez GM, Suarez VH, Alfaro E, Alfaro J. (2017). Effects of milking frequency of dairy goats on milk yield and composition and on system profitability. *Journal of Dairy and Veterinary Sciences*. 3(4): 1-4. DOI: 10.19080/JDVS.2017.03.555616
- Morand-Fehr P, Fedele V, Decandia M, Le Frileuz Y. (2007). Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*. 68(1-2): 20-34. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.019>

- Salama AAK, Such X, Caja G, Rovai M, Casals R, Albanell E, Marín MP, Martí A. (2003). Effects of once versus twice daily milking throughout lactation on milk yield and milk composition in dairy goats. *Journal of Dairy Science*. 86(5), 1671-1680. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73753-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73753-9)
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2023). Anuario estadístico de la producción ganadera en México. Disponible en: https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/. Consultado el 07/febrero/2025.
- Torres-Hernández G, Maldonado-Jáquez JA, Granados-Rivera LD, Wurzinger M, Cruz-Tamayo AA. (2022). Creole goats in Latin America and the Caribbean: A priceless resource to ensure the well-being of rural communities. *International Journal of Agricultural Sustainability*. 20:4. <https://doi.org/10.1080/14735903.2021.1933361>
- Aréchiga CF, Aguilera JI, Rincón RM, Méndez de Lara S, Bañuelos VR, Meza-Herrera CA. (2008). Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 9(1): 1-14.
- Högberg M, Dahborn K, Hydbring-Sandberg E, Hartmann E, Andrén A. (2016). Milk processing quality of suckled/milked goats: Effects of milk accumulation interval and milking regime. *Journal of Dairy Science*. 83(2): 173-179. <https://doi.org/10.1017/S0022029916000157>
- Maldonado-Jáquez JA, Granados-Rivera LD, Hernández-Mendo O, Gallegos-Sánchez J, Mora-Flores JS, Torres-Hernández G. (2023). Productive potential of local grazing does and their offspring under pre and post-partum feeding supplementation program. *Revista Científica, FCV-LUZ*: 33:e33273. <https://doi.org/10.52973/rcfev-e33273>
- Maldonado-Jáquez JA, Mora-Flores JS, Granados-Rivera LD, Hernández-Mendo O, Gallegos-Sánchez J, Torres-Hernández G. (2024). Evaluación económica de un esquema de alimentación complementario continuo en cabras en pastoreo. *Rev. MVZ Córdoba*. 29(3): e3395. <https://doi.org/10.21897/rmvz.3395>

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE HÍBRIDOS DE MAÍZ EN LA REGIÓN CUITZEO DE MICHOACÁN

Alejandro García-Ramírez^{1*}, Fernando Lucio-Ruiz², Moisés Felipe-Victoriano³, Jonathan R. Garay-Martínez³.

¹Campo Experimental Uruapan, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, (INIFAP), Av. Latinoamericana # 1101, Col. Revolución, 60150 Uruapan, Michoacán, México.

²Campo Experimental San Luis, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Carr. Matehuala Km 14.5, 78439 Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, México.

³Campo Experimental Las Huastecas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, (INIFAP), Carr. Tampico-Mante Km 55, 89610 Altamira, Tamaulipas, México.

*Autor de correspondencia: ramirez.alejandro@inifap.gob.mx

Resumen

El objetivo fue evaluar el rendimiento de grano y sus componentes de híbridos de maíz en Álvaro Obregón y Huaniqueo, Michoacán. Durante primavera-verano (PV) 2024, en Álvaro Obregón y Huaniqueo, Michoacán se evaluaron cinco híbridos comerciales, las variables evaluadas: número de granos por mazorca (NGM), peso individual de grano (PIG) y el rendimiento de grano por hectárea (RGHa). Se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$). Así mismo, un análisis de componentes principales (ACP). Entre los híbridos PIG y RGHa, presentaron diferencias significativas, contrariamente, NGM, no presentó significancia estadística. En el ACP, B6000w, H-318 y El Patrón, componen el Grupo I, donde se observa el mayor RGHa con 12.6, 12.2 y 11.5 t ha⁻¹, respectivamente. En el presente trabajo, los híbridos expresaron rendimiento de grano sobresaliente, por lo que son competitivos y atractivos para los sistemas de producción de la región.

Palabras clave: *Zea mays* L., potencial de rendimiento, recomendación adecuada.

EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF CORN HYBRIDS IN THE CUITZEO REGION OF MICHOACÁN

Abstract

The aim was to evaluate the grain yield and its components of maize hybrids in Álvaro Obregón and Huaniqueo, Michoacán. During spring-summer (PV) 2024, in Álvaro Obregón and Huaniqueo, Michoacán, five commercial hybrids were evaluated, the variables evaluated: number of grains per ear (NGM), individual grain weight (PIG) and grain yield per hectare (RGHa). An analysis of variance and a Tukey mean comparison test ($\alpha = 0.05$) were performed. Likewise, a principal component analysis (PCA). Between the PIG and RGHa hybrids, they presented significant differences, contrary to NGM, it did not present statistical significance. In the ACP, B6000w, H-318 and El Patrón make up Group I, where the highest RGHa is observed with 12.6, 12.2 and 11.5 t ha⁻¹, respectively. In the present work, the hybrids expressed outstanding grain yield, making them competitive and attractive for the production systems of the region.

Keywords: *Zea mays* L., performance potential, suitable recommendation.

INTRODUCCIÓN

El maíz es un cultivo de gran importancia económica, social y cultural en México, se tiene un consumo per cápita anual de 196 kg, por lo que es necesario incrementar el rendimiento de grano a la par del aumento constante de la población. En Michoacán, en el año 2023 se cosecharon más de 386 mil hectáreas (ha) con una producción de 1,821,957.2 toneladas (t), lo que representa un promedio de rendimiento de 4.7 t ha⁻¹, por lo que la evaluación de híbridos en la región permite ofrecer una recomendación adecuada de éstos y a su vez a contribuir con el aumento del rendimiento de grano por unidad de superficie. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el rendimiento de grano y sus componentes de híbridos de maíz en Álvaro Obregón y Huaniqueo, Michoacán.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y material genético

El estudio se realizó en condiciones de riego, en las localidades: Álvaro Obregón (19.829494, -101.041507) y Huaniqueo (19.854158, -101.471533), Michoacán. El municipio de Álvaro Obregón se encuentra a 1844 msnm, con un rango de temperatura entre 16-18 °C, el tipo de clima es templado subhúmedo con lluvias en verano. Por su parte, Huaniqueo, Michoacán se encuentra a 2040 msnm, su clima es templado subhúmedo con lluvias en verano y presenta temperatura promedio de 17.8 °C (INEGI, 2025).

Los híbridos de maíz de la empresa Semillas Barriga se establecieron durante el ciclo primavera-verano (PV) 2024 (Cuadro 1), en cada sitio se evaluó en una superficie de 4 m², la unidad experimental fue un surco de 5 m. La densidad de población en la que se sembraron los híbridos en cada localidad fue de 60 mil plantas por hectárea. El manejo agronómico del cultivo en cada localidad se realizó de acuerdo con la agenda técnica para la siembra de maíz en condiciones de riego para Michoacán en el ciclo PV (INIFAP, 2017).

Cuadro 1. Híbridos y localidades evaluados durante el ciclo primavera – verano (PV) 2024.

Híbrido	Color de grano	Localidad de evaluación
El Patrón	Blanco	Huaniqueo, Michoacán
H-318	Blanco	Huaniqueo, Michoacán
El Rey	Amarillo	Huaniqueo, Michoacán
Profeta	Blanco	Álvaro Obregón, Michoacán
B6000w	Blanco	Álvaro Obregón, Michoacán

VARIABLES EVALUADAS

Las variables evaluadas fueron los principales componentes del rendimiento: el número de granos por mazorca (NGM), peso individual de grano (PIG) y el rendimiento de grano por hectárea (RGHa), estos se obtuvieron a partir de una muestra de 5 mazorcas por unidad experimental.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos de rendimiento de grano y sus componentes de los híbridos evaluados, se analizaron mediante un análisis de varianza con el procedimiento PROC ANOVA del programa estadístico SAS 9.0 (SAS, 2002). En aquellas variables donde se encontró diferencia estadística significativa, se sometieron a una prueba de comparación de medias de

Tukey ($\alpha=0.05$). Así mismo, los datos se sometieron a un análisis de componentes principales (ACP), con la finalidad de graficar la respuesta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza muestran que, solo existieron diferencias estadísticas significativas ($p<0.05$) entre los híbridos para las variables de peso individual de grano (PIG) y el rendimiento de grano por hectárea (RGHa), mientras que, de manera contraria, para el número de granos por mazorca (NGM), no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$) como se puede observar en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Rendimiento de grano y sus componentes de híbridos evaluados en Álvaro Obregón y Huaniqueo, Michoacán durante el ciclo PV 2024.

Híbrido	Localidad	NGM ^{ns}	PIG (mg)*	RGHa (t ha ⁻¹)*
El Patrón	Huaniqueo	532	0.28	11.5
H-318	Huaniqueo	550	0.20	12.2
El Rey	Huaniqueo	546	0.26	9.2
Profeta	Álvaro Obregón	599	0.24	9.7
B6000w	Álvaro Obregón	569	0.28	12.6

NGM: Número de granos por mazorca. PIG: Peso individual de grano. RGHa: Rendimiento de grano por hectárea. *: Significancia estadística ($p<0.05$). ns: no significativo ($p>0.05$). a, b, c: Literales diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa (Tukey; $\alpha=0.05$).

En el análisis de componentes principales (ACP) en general expresa el 87.3 % de la variabilidad existente en las variables evaluadas, donde aquellas de mayor contribución para la definición de la variabilidad en el primer componente principal (54.5 %) fueron: PIG y RGHa, así mismo estas variables y NGM, contribuyeron en la definición de la variación del componente 2 (32.8 %), los híbridos se distribuyen en dos grupos en los cuatro cuadrantes del plano bidimensional (Figura 1).

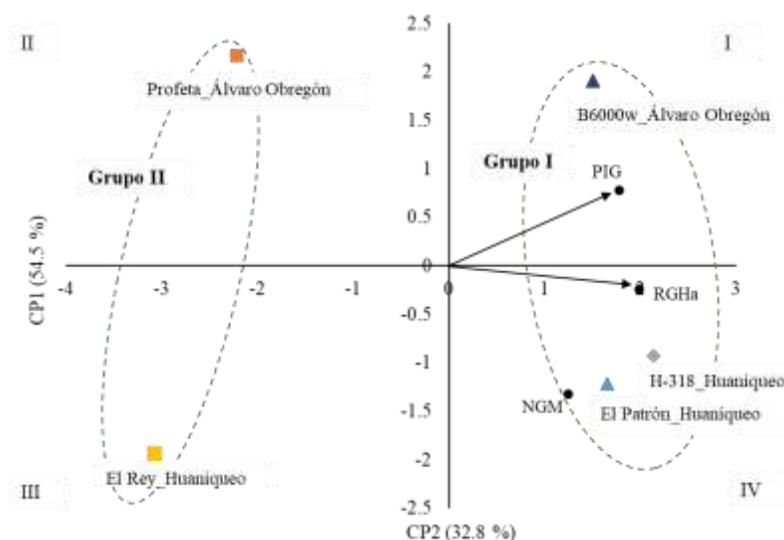


Figura 2. Análisis de componentes principales del rendimiento de grano y sus componentes de los híbridos evaluados durante PV 2024 en Álvaro Obregón y Huaniqueo, Michoacán.

Los híbridos, B6000w de Álvaro Obregón, así como H-318 y El Patrón evaluados en Huaniqueo, Michoacán, componen el primer grupo (Grupo I), ubicado entre el cuadrante I y IV donde se observa que con respecto al resto de los híbridos presentan mayor rendimiento de grano por hectárea con 12.6, 12.2 y 11.5 t ha⁻¹, respectivamente, y debido a las distancias de las variables en el plano cartesiano, se considera que dicho rendimiento, se debe un mayor peso individual de grano (0.26 a 0.28 mg), lo anterior se corrobora en el Cuadro 4.

Por su parte, El Rey, evaluado en Huaniqueo y Profeta en Álvaro Obregón, Michoacán, componen en el Grupo II (Figura 1) ubicado entre el cuadrante II y III, éstos híbridos con respecto a las distancias de las variables evaluadas y el resto de los materiales presenta menor rendimiento de grano con 9.2 y 9.7 t ha⁻¹, respectivamente, a su vez, presentan PIG promedio de 9.2 y 9.7 g (Cuadro 2).

En general, en la presente evaluación, todos los híbridos expresaron rendimiento de grano sobresaliente, por lo que son competitivos y atractivos para los sistemas de producción de la región.

CONCLUSIONES

Los híbridos evaluados en el presente trabajo expresaron rendimiento de grano sobresaliente por lo que son una excelente opción para los sistemas de producción para la región Cuitzeo de Michoacán.

La respuesta del rendimiento de grano por hectárea de los híbridos de maíz evaluados, se debe principalmente al peso individual de grano.

FINANCIAMIENTO: El presente trabajo fue financiado por la empresa Semillas Barriga S.P.R. de R.L. mediante el C. Gerardo Barriga Ferreyra.

AGRADECIMIENTOS: Los autores extienden un agradecimiento a la fuente financiera y al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y Campo Experimental Ururapan por el apoyo y facilidades otorgadas para el desarrollo del presente trabajo.

CONFLICTO DE INTERESES: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

REFERENCIAS

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2025). Consulta los indicadores por área geográfica. <https://www.inegi.org.mx/default.html>
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). (2017). Agenda Técnica Agrícola de Michoacán. México. 247 p.
- SAS Institute (2002) SAS/STAT User's Guide, Software version 9.0. Cary, N.C., USA. 4424 p.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2023). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

RENDIMIENTO Y PRECOCIDAD DE HÍBRIDOS DE MAÍZ EN LA REGIÓN LERMA-CHAPALA DE MICHOACÁN

Alejandro García-Ramírez^{1*}, Fernando Lucio-Ruiz², Edgardo Bautista-Ramírez³, Netzahualcóyotl Mayek-Pérez⁴

¹Campo Experimental Uruapan, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, (INIFAP), Av. Latinoamericana # 1101, Col. Revolución, 60150 Uruapan, Michoacán, México.

²Campo Experimental San Luis, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Carr. Matehuala Km 14.5, 78439 Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, México.

³Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, (INIFAP), Av. Biodiversidad # 2470, 47714 Tepatitlán, Jalisco, México.

⁴Centro de Biotecnología Genómica, Instituto Politécnico Nacional (IPN), Blvd. del Maestro s/n esq. Elias Piña, Col. Narciso Mendoza, 88710 Reynosa, Tamaulipas, México.

*Autor de correspondencia: ramirez.alejandra@inifap.gob.mx

Resumen

El objetivo fue evaluar el rendimiento de grano y precocidad de híbridos de maíz en Chavinda y Venustiano Carranza, Michoacán. En estos municipios, en primavera-verano 2024, se evaluaron tres híbridos comerciales, se evaluó: altura de planta (AP), días a floración masculina (FM), femenina (FF), longitud de mazorca (LM), número de granos por mazorca (NGM), peso individual de grano (PIG) y el rendimiento de grano por hectárea (RGHa). Se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$). Así mismo, se realizó un análisis de componentes principales (ACP). Existió significancia para las variables evaluadas, excepto para AP. Destaca H-318 evaluado en Chavinda con 18.8 t ha⁻¹ y precocidad intermedia. La respuesta del RGHa de los híbridos evaluados, se debe principalmente al NGM y al PIG. Los días a floración evaluados permiten determinar que H-318 presenta una precocidad intermedia y H-386A de intermedia a tardía.

Palabras clave: *Zea mays* L., potencial de rendimiento, floración.

YIELD AND PRECOCITY OF MAIZE HYBRIDS IN THE LERMA-CHAPALA REGION OF MICHOACÁN

Abstract

The aim was to evaluate the grain yield and precocity of maize hybrids in Chavinda and Venustiano Carranza, Michoacán. In these municipalities, in spring-summer 2024, three commercial hybrids were evaluated, the following were evaluated: plant height (AP), days to male flowering (FM), female flowering (FF), ear length (LM), number of grains per ear (NGM), individual grain weight (PIG) and grain yield per hectare (RGHa). An analysis of variance and a Tukey mean comparison test ($\alpha=0.05$) were performed. Likewise, a principal component analysis (PCA) was performed. There was significance for the variables evaluated, except for AP. H-318 stands out, evaluated in Chavinda with 18.8 t ha⁻¹ and intermediate precocity. The RGHa response of the hybrids evaluated is mainly due to NGM and PIG. The days to flowering evaluated allow us to determine that H-318 presents an intermediate precocity and H-386A an intermediate to late one.

Keywords: *Zea mays* L., yield potential, flowering.

INTRODUCCIÓN

Durante el 2023 en la región Lerma-Chapala de Michoacán, para producción de maíz se establecieron 3635.7 hectáreas (ha), con rendimiento promedio de grano de 6.3 toneladas por hectárea ($t\ ha^{-1}$), sin embargo, el promedio de rendimiento de grano estatal es de $4.7\ t\ ha^{-1}$ (SIAP, 2023), por lo que, es necesario que se incremente la producción con la finalidad de contribuir con la autosuficiencia de grano a nivel regional, estatal y nacional. En este sentido, evaluar genotipos de maíz en regiones específicas, permite determinar su fenología y el potencial de rendimiento de grano, por lo que, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el rendimiento de grano y precocidad de híbridos de maíz en Chavinda y Venustiano Carranza, Michoacán.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y material genético

El estudio se realizó en condiciones de riego, durante los meses de agosto 2024 a febrero del 2025 en las localidades: Chavinda (-20.065808, 102.48559) y Venustiano Carranza (20.133299, -102691340), Michoacán. El municipio de Chavinda se encuentra a 1550 msnm, con un rango de temperatura entre 16-22 °C. El tipo de clima es semicálido subhúmedo con lluvias en verano. Por su parte Venustiano Carranza, se encuentra a 1524 msnm, su clima es templado con lluvias en verano. Presenta temperaturas promedio entre 10.3 a 26.5 °C (INEGI, 2025). Los híbridos de maíz de la empresa Semillas Certificadas Escuadra, se establecieron durante el ciclo primavera-verano (PV) 2024 (Cuadro 1), en cada sitio se evaluó en una superficie de 4 m², la unidad experimental fue un surco de 5 m. La densidad de población en la que se sembraron los híbridos en cada localidad fue de 60 mil plantas por hectárea. El manejo agronómico del cultivo en cada localidad se realizó de acuerdo con la agenda técnica para la siembra de maíz en condiciones de riego para Michoacán en el ciclo PV (INIFAP, 2017).

Cuadro 1. Híbridos y localidades evaluados durante el ciclo primavera - verano (PV) 2024.

Híbrido	Color de grano	Localidad de evaluación
H-318	Blanco	Chavinda, Michoacán
H-386A	Amarillo	Chavinda, Michoacán
H-318	Blanco	Venustiano Carranza, Michoacán

VARIABLES EVALUADAS

Las variables evaluadas fueron los días a floración masculina (FM) y femenina (FF), altura de planta (AP), la longitud de mazorca (LM), el número de granos por mazorca (NGM), peso individual de grano (PIG) y el rendimiento de grano por hectárea (RGHa), estos se obtuvieron a partir de una muestra de 5 plantas y mazorcas, respectivamente por unidad experimental.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos de rendimiento de grano y sus componentes de los híbridos evaluados, se analizaron mediante un análisis de varianza con el procedimiento PROC ANOVA del programa estadístico SAS 9.0 (SAS, 2002). En aquellas variables donde se encontró diferencia estadística significativa, se sometieron a una prueba de comparación de medias de

Tukey ($\alpha=0.05$). Así mismo, los datos se sometieron a un análisis de componentes principales (ACP), con la finalidad de graficar la respuesta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza muestran que, solo existieron diferencias estadísticas significativas ($p<0.05$) entre los híbridos para las variables de floración masculina (FM) y femenina (FF), mientras que, para AP, no existió significancia (Cuadro 2), por lo que se considera que las alturas de planta fueron estadísticamente similares. Entre los híbridos para precocidad, destaca el híbrido H-386A con 83 días a floración masculina, considerado de ciclo intermedio-tardío, mientras que H-318 se mantuvo en un rango de 67-70 días a FM siendo de ciclo intermedio.

Cuadro 2. Precocidad y altura de planta de híbridos evaluados en Chavinda y Venustiano Carranza, Michoacán durante el ciclo PV 2024.

Híbrido	Localidad	FM (días)*	FF (días)*	AP (cm) ^{ns}
H-318	Chavinda	70 b	77 b	274.1 a
H-386A	Chavinda	83 a	89 a	259.6 a
H-318	Venustiano Carranza	68 b	76 b	257.6 a

FM: Floración masculina. FF: Floración femenina. AP: Altura de planta. *: Significancia estadística ($p<0.05$). ns: no significativo ($p>0.05$). a, b, c: Literales diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa (Tukey; $\alpha=0.05$).

Para los componentes del rendimiento de grano, existió significancia para todas las variables evaluadas (Cuadro 3). Entre los híbridos evaluados, destaca H-318 en Chavinda, Michoacán, este presenta mayor LM, NGM, PIG y por lo tanto mayor rendimiento de grano por hectárea con un promedio de 18.8 t ha^{-1} , mientras que este material, en Venustiano Carranza, su rendimiento disminuyó (11.0 t ha^{-1}), por lo que se considera que este genotipo presentó interacción positiva con la localidad de Chavinda, Michoacán. Por su parte, H-386A, presentó un RGHa promedio de 14.2 t ha^{-1} , siendo una opción sobresaliente para rendimiento de grano con respecto al promedio regional.

Cuadro 3. Rendimiento de grano y sus componentes de híbridos evaluados en Chavinda y Venustiano Carranza, Michoacán durante el ciclo PV 2024.

Híbrido	Localidad	LM (cm)*	NGM*	PIG (mg)*	RGHa (t ha^{-1})*
H-318	Chavinda	22.1 a	770 a	0.34 a	18.8 a
H-386A	Chavinda	18.3 b	517 b	0.32 b	14.2 b
H-318	Venustiano Carranza	16.3 b	602 b	0.24 c	11.0 c

LM: Longitud de mazorca. NGM: Número de granos por mazorca. PIG: Peso individual de grano. RGHa: Rendimiento de grano por hectárea. *: Significancia estadística ($p<0.05$). ns: no significativo ($p>0.05$). a, b, c: Literales diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa (Tukey; $\alpha=0.05$).

En el análisis de componentes principales (ACP), expresa el 90.0 % de la variabilidad existente en las variables evaluadas, donde aquellas de mayor contribución para la definición de la variabilidad en el primer componente principal (53.9 %) fueron: LM, AP, PIG y RGHa, así mismo estas variables, FF, FM y NGM, contribuyeron en la definición de la variación del componente 2 (36.1 %).

En la Figura 1, Grupo I compuesto por H-386A de la localidad de Chavinda, se ubica entre el cuadrante I y II, se observa con mayor cercanía de las variables: floración masculina (83 días) y femenina (89 días), por lo que este híbrido es considerado más tardío con respecto al resto de los materiales (Cuadro 2) y a su vez presenta semejanzas en rendimiento de grano por hectárea (14.2 t ha^{-1}) con el Grupo II; por su parte, H-318 evaluado en Chavinda, Michoacán compone el Grupo II, ubicado entre el cuadrante I y IV (Figura 1), donde se observa que con respecto al resto de los híbridos presenta mayor rendimiento de grano por hectárea (18.8 t ha^{-1}), y debido a la cercanía de las variables en el plano cartesiano, se considera que dicho rendimiento, se debe un mayor peso individual de grano (0.34 mg), longitud de mazorca (22.1 cm) y altura de planta (274.1 cm), como se puede observar en el Cuadro 4.

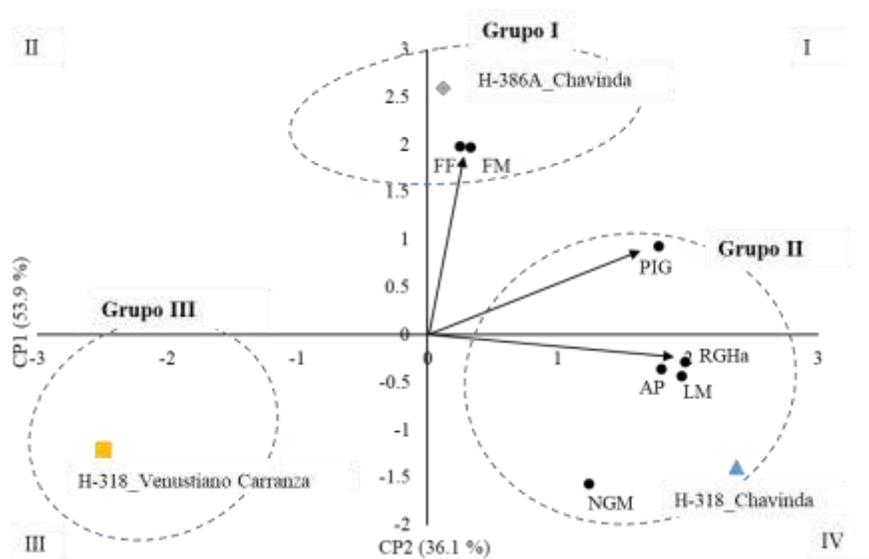


Figura 1. Análisis de componentes principales del rendimiento de grano y sus componentes de los híbridos evaluados durante PV 2024 en Chavinda y Venustiano Carranza, Michoacán.

Por último, en el Grupo III conformado por el híbrido H-318 evaluado en Venustiano Carranza, Michoacán (Figura 1) ubicado en el cuadrante III, éste con respecto a las distancias de las variables evaluadas y el resto de los materiales presenta menor rendimiento de grano (11 t ha^{-1}) por hectárea y mayor precocidad (68 días a FM), como se observa en el Cuadro 2 y 3. En general, en la presente evaluación, la mayor expresión de variables de importancia del híbrido H-318, se presenta en la localidad de Chavinda, Michoacán.

CONCLUSIONES

La respuesta del rendimiento de grano por hectárea de los híbridos de maíz evaluados, se debe principalmente al número de granos por mazorca y al peso individual de grano.

Los días a floración evaluados permiten determinar que H-318 presenta una precocidad intermedia y H-386A de intermedia a tardía.

Las condiciones de la localidad de Chavinda, Michoacán permite que el híbrido H-318 exprese su potencial de rendimiento de grano por hectárea.

REFERENCIAS

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2025). Consulta los indicadores por área geográfica. <https://www.inegi.org.mx/default.html>
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 2017. Agenda Técnica Agrícola de Michoacán. México. 247 p.
- SAS Institute (2002) SAS/STAT User's Guide, Software version 9.0. Cary, N.C., USA. 4424 p.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2023). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

FITOTOXICIDAD DE LODOS DE GRANJA PORCICOLA SOBRE LA GERMINACION Y CRECIMIENTO DE RABANO

Ana M. Escalante-Mañé¹, Carlos D. Hernández-Pinto^{1*}, Virgilio R. Góngora-Echeverría¹, Carlos A. Quintal-Franco¹, Germán Giacomán-Vallejos¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán. Av. Industrias No Contaminantes por Periférico Norte S/N. Mérida, Yucatán. México.

*Autor de correspondencia: davi_gt500@hotmail.com

Resumen

En Yucatán, la porcicultura impulsa la economía y el abastecimiento de alimentos, pero la gestión de sus residuos es de preocupación ambiental. El objetivo de este estudio fue analizar el impacto del uso de lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de granjas porcinas sobre la germinación y crecimiento del rábano (*Raphanus sativus*). Se realizaron pruebas de fitotoxicidad utilizando diferentes concentraciones de extracto acuoso de lodo (0 %, 25 %, 50 % y 100 %). Los resultados mostraron que el lodo sin diluir (100 %) puede ser fitotóxico. Sin embargo, en concentraciones del 25 % y 50 %, el lodo estimuló el crecimiento, sugiriendo que puede ser una enmienda agrícola beneficiosa si se usa en dosis adecuadas. Se concluyó que los lodos de PTAR no deben aplicarse directamente al suelo, pero podrían ser aprovechados en la agricultura sostenible, contribuyendo a la economía circular y la seguridad alimentaria.

Palabras clave:

Biosólidos, tolerancia, *Raphanus sativus*.

PHYTOTOXICITY OF PIG FARM SLUDGE ON RADISH GERMINATION AND GROWTH

Abstract

In Yucatán, pig farming drives the economy and food supply, but waste management is an environmental concern. This study aimed to analyze the impact of using sludge from wastewater treatment plants (WWTP) of pig farms on the germination and growth of radish (*Raphanus sativus*). Phytotoxicity tests were conducted using different concentrations of aqueous sludge extract (0 %, 25 %, 50 %, and 100 %). The results showed that undiluted sludge (100 %) can be phytotoxic. However, at 25 % and 50 % concentrations, the sludge stimulated growth, suggesting that it may be a beneficial agricultural amendment if used in appropriate doses. It is concluded that WWTP sludge should not be applied directly to the soil but could be utilized in sustainable agriculture, contributing to the circular economy and food security.

Keywords: biosolids, tolerance, *Raphanus sativus*.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo intensivo y a gran escala de la cría de cerdos ha contribuido al desarrollo económico y al abastecimiento de alimentos en el estado de Yucatán. Sin embargo, las elevadas cantidades de residuos que genera esta industria son motivo de preocupación ambiental debido a que las excretas y lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) porcinas son aplicados directamente al suelo como fertilizante (SEMARNAT, 2023) sin conocer su impacto en el suelo y las plantas. Una forma sencilla de evaluar el impacto de los lodos es a través de bioensayos de fitotoxicidad utilizando especies modelo como el rábano (*Raphanus sativus*), ampliamente utilizado por su rápida germinación y crecimiento (Milon *et al.* 2022). En este contexto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de los lodos de PTAR de granjas porcícolas sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas de *R. sativus* a fin de contribuir a la protección del ambiente y la salvaguarda de la seguridad alimentaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Las muestras de lodo fueron colectadas en los lechos de secado de lodos de una PTAR de una granja porcícola de Yucatán. Los análisis químicos y las pruebas de fitotoxicidad se realizaron en el laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán.

Metodología

Se preparó un extracto acuoso lodo: agua destilada en una relación 1:10 (peso/volumen). A partir del extracto acuoso (100 %) se realizaron diluciones dobles seriadas para obtener 50 % y 25 % de concentración. El tratamiento control (0 %) consistió en agua destilada. Los análisis de pH y conductividad eléctrica (CE) de las diluciones del extracto acuoso fueron realizados de acuerdo con los Métodos Estándar (APHA AWWA-WPCF, 2005). Para cada tratamiento se expusieron 30 semillas divididas en tres réplicas, colocando las semillas sobre papel filtro en cajas de Petri. Los tratamientos fueron: T1= 0 %; T2 = 25 %; T3 = 50 % y T4 = 100 % del extracto acuoso. Las cajas de Petri se sellaron con Parafilm y se incubaron en la oscuridad a 25 ± 1 °C en un diseño experimental completamente al azar. Se determinó el día de inicio de la germinación (IG_{ini}) y el índice de velocidad de germinación (IVG). La germinación relativa de las semillas (GR), la elongación relativa de la radícula (ERR) y el índice de germinación (IG_{ind}) fueron calculados según las ecuaciones descritas por Milon *et al.* (2022). El Índice integral de fitotoxicidad (IIF) y la capacidad de germinación (CG) fueron calculados según las ecuaciones utilizadas por Aguirre *et al.* (2022).

Análisis de los datos

Se realizó un análisis de medias entre tratamientos utilizando el ANOVA y una comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) al encontrarse diferencias estadísticas entre tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se observa en el Cuadro 1, aunque el inicio de la germinación se produjo el día 1 en todos los tratamientos, el IVG mostró diferencias significativas entre los tratamientos T1, T2 y T3 con respecto al tratamiento T4. Sin embargo, las diferencias iniciales no fueron

evidentes al día 4 donde la CG y la GR no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Los lodos de PTAR pueden tener sustancias fitotóxicas como sales, metales pesados, ácidos orgánicos, etc.; aunque el extracto acuoso del lodo no modificó el pH de los tratamientos T2, T3 y T4 con respecto al tratamiento T1 (control), el contenido de sales solubles, reflejado en la mayor CE del tratamiento T4 (Cuadro 2), pudo ser nocivo para las plántulas causándoles estrés osmótico y toxicidad iónica (Dikinya y Mufwanzala 2010). Asimismo, el índice integral de fitotoxicidad (IIF) integra el efecto de los contaminantes sobre la germinación y el crecimiento de las radículas e hipocótilos; además, permite evidenciar cuándo existe estímulo de crecimiento (valores negativos) o la ocurrencia de fitotoxicidad (valores positivos) (Pernía *et al.*, 2018). Los tratamientos T2 y T3 presentaron valores de IIF de -21.4 y -3.7, respectivamente, lo que puede ser indicativo del aporte adecuado de materia orgánica y nutrientes del extracto lo que coincide con el mayor crecimiento de las radículas (124.75 ± 2 y 113.08 ± 1 del ERR, respectivamente, para los tratamientos T2 y T3). Finalmente, Zuconi *et al.* (1981) establecen el siguiente criterio de interpretación: valores de IG ≥ 80 % indicarían que no hay sustancias fitotóxicas o están en muy baja concentración; si el IG ≤ 50 % indicaría que hay una fuerte presencia de sustancias fitotóxicas y si se obtiene un valor entre 50 % y 80 % se interpretaría como la presencia moderada de estas sustancias. El tratamiento T4 puede ser considerado bajo este criterio como de toxicidad moderada; esto concuerda con lo reportado por Pisco y Arenas (2006) quienes señalan que la inadecuada aplicación de biosólidos puede ir en detrimento del crecimiento de *R. sativus*.

Cuadro 1. Germinación y crecimiento de semillas de *Raphanus sativus*

Tratamientos	IG _{ini} (días)	IVG (sem/día)	CG (%)	GR (%)	ERR (%)	IG _{ind} (%)	IIF
T1 (0 %)	1 ns	18.1 \pm 0.6 a	93 \pm 6 ns	-	-	-	-
T2 (25 %)	1 ns	17.4 \pm 1.2 a	87 \pm 6 ns	93 \pm 6 ns	124.75 \pm 2 a	116.02 a	-21.4 c
T3 (50 %)	1 ns	15.4 \pm 1.5 a	87 \pm 6 ns	93 \pm 6 ns	113.08 \pm 1 b	105.16 b	-3.7 b
T4 (100 %)	1 ns	11.7 \pm 1.8 b	83 \pm 6 ns	89 \pm 6 ns	86.83 \pm 2 c	77.27 c	21.5 a

IG_{ini}: Inicio de la germinación; IVG: Índice de velocidad de germinación; CG: Capacidad de germinación; GR: Germinación relativa; ERR: Elongación relativa de la radícula; IG_{ind}: Índice de germinación; IIF: Índice integral de fitotoxicidad. Literales diferentes indican diferencias entre grupos ($p \leq 0.05$), prueba de Tukey.

Cuadro 2. Análisis químico del extracto acuoso del lodo

Tratamientos	pH	CE (μ S/cm)
T1 (0 %)	7.20 \pm 0.1	7 \pm 1
T2 (25 %)	7.36 \pm 0.2	1688 \pm 10
T3 (50 %)	7.38 \pm 0.3	3475 \pm 13
T4 (100 %)	7.45 \pm 0.3	6530 \pm 25

CE: conductividad eléctrica

CONCLUSIONES

Los lodos de las PTAR de las granjas de cerdos no deberían ser aplicados directamente al suelo (100 %) como fertilizante porque podrían provocar impactos adversos, como

fitotoxicidad en especies como *R. sativus*. Sin embargo, dosificado adecuadamente (25 % y 50 %) pueden estimular el crecimiento de las plantas. Por lo tanto, considerando lo anterior, los lodos de las PTAR podrían ser aprovechados como enmienda agrícola contribuyendo a la economía circular y la seguridad alimentaria.

AGRADECIMIENTOS: A la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán y al SECIHTI.

FINANCIAMIENTO: Este estudio fue realizado con el apoyo de la beca posdoctoral (No. CVU 785662) otorgada por SECIHTI.

CONFLICTO DE INTERESES: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS

- Aguirre, H., García, I. V., León, P., Mayía, Y., Cobos, P., Mero, M., & Pernía, B. (2022). Fitotoxicidad del cadmio sobre la germinación y crecimiento inicial de variedades de maíz ecuatorianas. *Bioagro*, 34(1), 3-14.
- APHA-AWWA-WPCF. (1998). Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington DC, USA: American Public Health Association/ American Water Works Association/ Water Environment Federation 20 th edition.
- Dikinya, O., & Mufwanzala, N. (2010). Chicken manure-enhanced soil fertility and productivity: Effects of application rates. *Journal of soil science and environmental management*, 1(3), 46-54.
- Milon, A. R., Chang, S. W., & Ravindran, B. (2022). Biochar amended compost maturity evaluation using commercial vegetable crops seedlings through phytotoxicity germination bioassay. *Journal of King Saud University-Science*, 34(2), 101770.
- Pernía, B., Rojas-Tortolero, D., Sena, L., Sisto, A. D., Inojosa, Y., & Naranjo, L. (2018). Phytotoxicity of pah, extra-heavy crude oil and its fractions in lactuca sativa: An integrated interpretation using a modified toxicity index. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 34(1), 79-91.
- Pisco, R. R., & Arenas, M. I. P. (2006). Evaluación del potencial de los biosólidos procedentes del tratamiento de aguas residuales para uso agrícola y su efecto sobre el cultivo de rábano rojo (*Raphanus sativus* L.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 59(2), 3543-3556.
- SEMARNAT (2023). Dictamen Diagnóstico Ambiental de la Actividad Porcícola de Yucatán. Primera edición. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/dictamen-diagnostico-ambiental-de-la-actividad-porcicola-de-yucatan>
- Zucconi, F. (1981). Evaluating toxicity of immature compost. *Biocycle*, 54-57.

TASA DE CRECIMIENTO EN CABRITOS ALIMENTADOS CON LECHE DE CABRAS COMPLEMENTADAS CON ENSILADO DE MEZQUITE
Jorge Alonso Maldonado-Jáquez^{1*}, **Juan Isidro Sánchez Duarte¹**, **Leonardo Iván Vélez Monroy¹**, **Saúl Santana-Espinoza¹**, **Antonio Anaya-Salgado¹**

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Campo Experimental La Laguna. 27440 Matamoros, Coahuila, México

*Autor de correspondencia: maldonado.jorge@inifap.gob.mx

Resumen

El objetivo fue evaluar la tasa de crecimiento de cabritos alimentados con leche de cabras complementadas con ensilado de vaina de mezquite. Se utilizaron 18 cabras locales gestantes, asignadas a tres grupos homogéneos: 1) Pastoreo sin complemento alimenticio (TEST), 2) Pastoreo + Dieta Completamente Mezclada (DCM) y 3) Pastoreo + ensilado de mezquite (EMQ). Los grupos DCM y EMQ recibieron el complemento 35 días antes del parto y hasta la venta de los cabritos (28 días). Se midió peso al nacimiento, peso a venta y ganancia diaria de peso (GDP). Los mayores pesos al nacimiento y a venta ($p < 0.10$) se encontraron en los grupos complementados. No se encontraron diferencias ($p > 0.10$) en GDP. El uso del ensilado de mezquite para complementar la dieta de cabras en pastoreo, es viable para mejorar el comportamiento productivo de los cabritos lactantes para plato y/o para reemplazo.

Palabras clave:
Complementación alimenticia, caprinos, zonas áridas.

GROWTH RATE IN KIDS FED GOAT'S MILK SUPPLEMENTED WITH MESQUITE SILAGE

Abstract

The objective was to evaluate the growth rate of kids fed milk from goats supplemented with mesquite pod silage. Eighteen local pregnant goats were used, assigned to three homogeneous groups: 1) Grazing without feed supplementation (TEST), 2) Grazing + Completely Mixed Diet (DCM) and 3) Grazing + mesquite silage (EMQ). The DCM and EMQ groups received the supplement 35 days before calving and until the kids were sold (28 days). Birth weight, weight at sale and daily weight gain (DWG) were measured. The highest birth and sale weights ($p < 0.10$) were found in the supplemented groups. No differences ($p > 0.10$) were found in GDP. The use of mesquite silage to supplement the diet of grazing goats is feasible to improve the productive performance of lactating kids for plate and/or replacement.

Keywords: Feeding supplementation, goats, arid zones.

INTRODUCCIÓN

La producción caprina es una actividad económica esencial en zonas áridas y semiáridas, donde los recursos forrajeros son limitados. Por tal motivo, la producción de leche de cabra en estas zonas depende en gran medida de la cantidad y calidad de nutrientes disponibles en su dieta (Flores-Nájera *et al.*, 2021). No obstante, en sistemas extensivos, donde el pastoreo es la principal fuente de alimento, los caprinos enfrentan deficiencias estacionales en la ingesta de proteínas, energía y minerales; lo que limita su productividad (Granados-Rivera *et al.*, 2022). Por esta razón, la complementación alimenticia en momentos críticos de la producción ayuda a corregir estas deficiencias, lo que mejoraría tanto la cantidad como la calidad de la leche producida (Maldonado-Jáquez *et al.*, 2023).

De manera general, el crecimiento de las crías en las cabras está íntimamente ligado a la nutrición materna. Una cabra bien alimentada produce leche con mayor contenido de grasa, proteína y anticuerpos; los cuales son componentes vitales para el desarrollo inmunológico de los cabritos (De Souza-Castagnino *et al.*, 2015). Al respecto, se ha encontrado que la complementación a la dieta de cabras gestantes incrementa el peso al nacimiento de las crías (Andualet *et al.*, 2016). Esta ventaja no solo reduce la mortalidad, sino que también ayuda a reducir el tiempo para alcanzar pesos de mercado y/o asegurar reemplazos más robustos (Celi *et al.*, 2008).

En un contexto de cambio climático y globalización de insumos, el uso de ingredientes locales para complementar la dieta del ganado es una estrategia inteligente que ayudaría a reducir la dependencia externa de insumos alimenticios (Krätli *et al.*, 2013). Por lo tanto, la utilización de recursos vegetales nativos para la complementación alimenticia reduce costos y promueve la sostenibilidad (Vincenti *et al.*, 2013). Uno de estos recursos vegetales es el mezquite; el cual es una especie leguminosa que crece y se adapta a climas áridos. Las vainas del mezquite contienen hasta un 35% de azúcares solubles, 12% de proteína bruta y un perfil de aminoácidos esenciales comparable al del maíz (Felker, 2012). Estas cualidades han permitido que se considere en la alimentación animal, ya que sus vainas pueden procesarse para enriquecer la dieta de los animales en pastoreo, mejorando la digestibilidad y aportando proteína y energía. Además, el mezquite no compite con tierras agrícolas y contribuye a la conservación del suelo (Ansley *et al.*, 2018).

En la región Lagunera, principal cuenca lechera caprina de México, se han desarrollado esquemas de alimentación complementaria que utilizan concentrados comerciales y forrajes de corte (Maldonado-Jáquez *et al.*, 2023). No obstante, la utilización de especies nativas como complemento alimenticio ha sido poco estudiada. El objetivo del presente estudio fue evaluar la tasa de crecimiento de cabritos alimentados con leche de cabras complementadas con ensilado de vaina de mezquite, como una alternativa para reducir la dependencia de insumos externos para mejorar la alimentación del ganado caprino en pastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en un rebaño comercial ubicado en el ejido Zaragoza, en el municipio de Viesca, Coahuila, en el norte de México. Dicho lugar se localiza en la región conocida

como Comarca Lagunera, en donde el clima es seco desértico, con inviernos fríos y veranos cálidos.

Metodología

Se utilizaron 18 cabras locales con 115 ± 8.9 días de gestación, asignadas a tres grupos homogéneos en peso vivo (PV) y condición corporal (CC), bajo un diseño de bloques completos al azar. Los tratamientos fueron: 1) Pastoreo sin complemento alimenticio (TEST, $n=6$); con PV de 45.61 ± 2.8 kg y CC de 2.13 punto, mismo que fue alimentado exclusivamente con lo recolectado en la ruta de pastoreo, 2) Pastoreo + Dieta Completamente Mezclada (DCM, $n=6$); con PV de 46.76 ± 4.2 kg y CC de 1.98 puntos, el cual, además del pastoreo recibió un complemento alimenticio consistente en una dieta completamente mezclada basada en 60% granos de maíz, sorgo y pasta de soya y 40% forraje de avena y alfalfa, para un contenido de proteína de 15.75% y energía neta para lactancia (ENL) de 1.51 Mcal de EM, este complemento se ofreció a razón del 1.0% de eso vivo (PV) del animal y 3) Pastoreo + ensilado de mezquite (EMQ; $n=6$) con PV de 47.56 ± 5.4 kg y CC de 2.01 puntos, mismo que además del pastoreo, recibió un complemento alimenticio consistente en ensilado de mezquite (fermentado durante 30 días), a razón del 1.0% del PV, el cual contenía 15.5% de proteína y 0.64 Mcal de ENL. Los grupos DCM y EMQ recibieron el complemento alimenticio 35 días antes del parto y hasta que los cabritos se vendieron a los 28 días de edad.

Los animales pastorearon de 4 a 6 h d^{-1} y regresaron a corrales de descanso en donde tuvieron acceso a agua limpia y fresca. Las cabras de DCM y EMQ recibieron la alimentación complementaria al regreso de la ruta de pastoreo. En los cabritos se midió peso al nacimiento (PN), peso a venta (PV), considerado como el día en que se vendieron al cubrir el peso requerido por el mercado (28 días de edad) y ganancia diaria de peso; la cual se obtuvo de la sustracción de PV-PN y dividido entre el número de días de prueba. El registro de PV se expresó en kg por medio de una báscula comercial electrónica tipo gancho con capacidad de 45 kg ± 5 g (Metrology, Nuevo León, México).

Análisis de los datos

La información se analizó utilizando el paquete estadístico Infostat. Se aplicó un ANOVA bajo un diseño de medidas repetidas y la comparación de medias se realizó con la prueba de LSD ($p < 0.10$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del estudio se muestran en el Cuadro 1. El PN y el PV de los cabritos fueron superiores en el grupo DCM ($p < 0.10$) y estos fueron igualados únicamente por el del grupo EMQ. El grupo TEST mostró los mismos PN y PV que el grupo EMQ. No hubo diferencia en GDP entre los tratamientos evaluados ($P = 0.2792$). Al respecto, Maldonado-Jáquez *et al.*, (2023), encontraron un comportamiento similar en cabritos alimentados con leche de cabras que recibieron como complemento una DCM y donde las GDP son similares a las encontradas en nuestro estudio. No obstante, el estudio de Maldonado-Jáquez señala mayores pesos a venta. Sin embargo, este se atribuye a una mayor edad a venta (46 días), respecto al presente estudio.

Cuadro 1. Media \pm error estándar de cabritos alimentados con leche de cabras bajo complementación alimenticia en el norte de México.

Tratamiento	PN \pm E.E.	PV \pm E.E.	GDP \pm E.E.
TEST	2.750 \pm 0.210 ^b	4.960 \pm 0.270 ^b	0.154 \pm 0.0090
DCM	3.270 \pm 0.230 ^a	5.53 \pm 0.270 ^a	0.155 \pm 0.0091
EMQ	2.980 \pm 0.210 ^{ab}	5.23 \pm 0.270 ^{ab}	0.163 \pm 0.0097
P-Value	0.0862	0.0916	0.2792

TEST: Grupo testigo; DCM: Dieta completamente mezclada; EMQ: Ensilado de mezquite; PN: Peso al nacimiento; PV: Peso a venta; GDP: ganancia diaria de peso; ^{a,b,c}: Literales diferentes indican diferencias entre grupos ($P < 0.05$).

Los resultados coinciden con la respuesta esperada, ya que el comportamiento de los grupos complementados es similar. Por lo tanto, el uso del ensilado de mezquite como una alternativa al uso de alimentos complementarios externos es factible. De hecho, alimentos utilizados para elaborar complementos alimenticios que provengan de otros lugares incrementan el costo total de la complementación (Contreras-Villareal *et al.*, 2022). Adicionalmente, en los últimos años se ha observado una fuerte demanda para conservar los recursos vegetales disponibles localmente (Shelef *et al.*, 2017). Por lo tanto, el uso sostenible del mezquite puede servir como una opción para mantener y conservar la vegetación de los agostaderos de estas regiones.

CONCLUSIONES

El uso del ensilado de mezquite como complemento a la dieta de cabras gestantes en pastoreo, es viable para mejorar el comportamiento productivo de los cabritos lactantes para plato y/o para reemplazo. Esto permitirá al productor negociar un mejor precio por su producto con un mejor margen de ganancia al mejorar la alimentación del ganado con ingredientes localmente disponibles de menor costo económico.

FINANCIAMIENTO: Se agradece a INIFAP por el financiamiento del proyecto “Estrategias de suplementación sustentables para incrementar la producción de leche de cabras en pastoreo durante el periodo de estiaje en el norte de México”.

REFERENCIAS

- Anduaem D, Negesse T, Tolera A. (2016). Milk yield and composition of grazing Arsi-Bale does supplemented with dried stinging Nettle (*Urtica simensis*) leaf meal and growth rate of their suckling kids. *Advancend Biological Research*. 10(3):191–199.
- Ansley RJ, Zhang T, Cooper C. (2018). Soil moisture, grass production and mesquite resprout architecture following mesquite above-ground mortality. *Water*. 10(9):1243. <https://doi.org/10.3390/w10091243>
- Celi P, Di Trana A, Claps S. (2008). Effects of perinatal nutrition on lactational performance, metabolic and hormonal profiles of dairy goats and respective kids. *Small Ruminant Research*. 79(2–3):129–136. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2008.07.010>
- Contreras-Villarreal V, Martínez-Ruiz D, Ángel-García O, Flores-Salas J, Ortega-Morales N, Carrillo-Moreno D, Gaytán-Alemán L. (2022). Food supplementation with mesquite and orange in goats: effect on colostrum, milk and kids. *Abanico Veterinario*. 12: e2021-50. <https://doi.org/10.21929/abavet2022.20>

- de Souza-Castagnino D, Härter CJ, Rivera-Rivera A, de Lima LD, de Oliveira-Silva HG, Biagioli B, de Resende, de Almeida-Teixeira IA. (2015). Changes in maternal body composition and metabolism of dairy goats during pregnancy. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 44(3):92–102. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902015000300003>
- Felker P, Takeoka G, Dao L. (2012). Pod mesocarp flour of north and South American species of leguminous tree *Prosopis* (mesquite): composition and food applications. *Food Reviews International*. 29(1): 49–66. <https://doi.org/10.1080/87559129.2012.692139>
- Flores-Nájera MJ, Cuevas-Reyes V, Vázquez-García JM, Beltrán-López S, Meza-Herrera CA, Mellado M, Negrete-Sánchez LO, Rivas-Jacobo MA, Rosales-Nieto CA. (2021). Milk yield and composition of mixed-breed goats on rangeland during the dry season and the effect on the growth of their progeny. *Biology*. 10:220. <https://doi.org/10.3390/biology10030220>
- Granados-Rivera LD, Maldonado-Jáquez JA, Bautista-Martínez Y, Garay-Martínez JR, Álvarez-Ojeda MG. (2022). El horario de complementación alimenticia modifica la respuesta productiva de cabras lecheras en pastoreo. *Revista MVZ Córdoba*. 27(1):e2340. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2340>
- Krätili S, Huelsebusch C, Brooks S, Kaufmann B. (2013). Pastoralism: A critical asset for food security under global climate change. *Animal Frontiers*. 3(1): 42–50. <https://doi.org/10.2527/af.2013-0007>
- Maldonado-Jáquez JA, Granados-Rivera LD, Hernández-Mendo O, Gallegos-Sánchez J, Mora-Flores JS, Torres-Hernández G. (2023). Productive potential of local grazing does and their offspring under pre and post-partum feeding supplementation program. *Revista Científica, FCV-LUZ*: 33:e33273. <https://doi.org/10.52973/rcfcv-e33273>
- Shelef O, Weisberg PJ and Provenza FD. (2017). The Value of Native Plants and Local Production in an Era of Global Agriculture. *Frontiers in Plant Science*. 8:2069. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02069>
- Vinceti B, Termote C, Ickowitz A, Powell B, Kehlenbeck K, Hunter D. (2013). The Contribution of Forests and Trees to Sustainable Diets. *Sustainability*. 5(11): 4797-4824. <https://doi.org/10.3390/su5114797>

VAINA DE MEZQUITE MOLIDA COMO SUPLEMENTO ALIMENTICIO DURANTE EL EFECTO MACHO EN CABRAS EN ANESTRO ESTACIONAL
Leonardo Iván Vélez Monroy^{1*}, Ricardo Avilés-Ruiz², Mauricio Velázquez Martínez³, Oscar Guadalupe Barrón Bravo², Jorge Alonso Maldonado Jáquez¹

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CIRNOC, Campo Experimental La Laguna, Matamoros, Coahuila.

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CIRNE, Campo Experimental Las Huastecas, Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas.

³ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CIRNE, Campo Experimental San Luis, Graciano Sánchez, San Luis Potosí.

*Autor de correspondencia: velez.leonardo@inifap.gob.mx

Resumen

La suplementación durante el efecto macho, en el sistema de producción extensivo de los caprinos del norte de México ha sido una técnica con buenos resultados. Este trabajo se realizó en el ejido Santa Fe municipio de Torreón, Coahuila. Se utilizaron 4 machos cabríos, los cuales, recibieron un tratamiento fotoperiodico de 75 días largos (16 horas de luz/día) y 60 cabras criollas en anestro estacional las cuales, se dividieron en dos grupos homogéneos a su condición corporal. El grupo 1 (n=30) se denominó MEZQUITE, y el grupo 2 (n=30) se denominó PASTOREO. Existió diferencia significativa (P<0.01) en las variables presencia de celos, latencia al primer celo, ciclos cortos, gestación, partos y prolificidad en favor del grupo MEZQUITE. Por lo que se concluye que la respuesta reproductiva de las hembras en anestro suplementadas con vaina de mezquite durante el efecto macho es mejor que las no suplementadas.

Palabras clave:
Mezquite, suplemento, efecto macho, cabras, anestro.

GROUND MESQUITE POD AS A FOOD SUPPLEMENT DURING THE MALE EFFECT OF GOATS IN SEASONAL ANESTRUS

Abstract

Supplementation during the male effect, in the extensive production system of goats in northern Mexico, has been a technique with good results. This work was carried out in the Santa Fe ejido, Torreón municipality, Coahuila. Four male goats were used, which received a photoperiodic treatment of 75 long days (16 hours of light/day) and 60 native goats in seasonal anestrus, which were divided into two homogeneous groups according to their body condition. Group 1 (n=30) was called MEZQUITE, and group 2 (n=30) was called PASTOREO. There was a significant difference (P<0.01) in the variables presence of heat, latency to first heat, short cycles, gestation, parturition and prolificacy in favor of the MEZQUITE group. Therefore, it is concluded that the reproductive response of anestrus females supplemented with mesquite pod during the male effect is better than that of non-supplemented females.

Keywords:
Mesquite pod, supplement, male effect, goats, anestrus.

INTRODUCCIÓN

Bioestimulación sexual a hembras

La inducción y sincronización al estro en las hembras caprinas durante la época de anestro, mediante la bioestimulación sexual, se ha utilizado de diversas formas, por ejemplo, el efecto hembra, utilizando hembras intactas estrogenizadas en un grupo de hembras en anestro, teniendo una respuesta del 90 % (De Santiago *et al.*, 2011). La presencia solamente de algunas hembras en estro (Estrogenizadas), tanto en ovejas (Zarco *et al.*, 1995) como en cabras (Álvarez *et al.*, 1999) induce la actividad sexual del resto de las hembras, incluso en ausencia de macho. Otra bioestimulación sexual es la utilización del fotoperiodo mediante el cual, las cabras son inducidas y sincronizadas al estro (Preez *et al.*, 2001; BonDurant *et al.*, 1981; Chemineau *et al.*, 1986). Una de las principales formas de inducción y sincronización es el efecto macho, esta técnica se utiliza desde hace tiempo para inducir la actividad sexual de las hembras en anestro con una eficacia muy alta. En los caprinos de la Comarca Lagunera, esta técnica se ha utilizado con muy buenos resultados, los cuales nos indican que más del 75% de las hembras en anestro puestas en contacto con machos sexualmente activos presentan comportamiento estral y ovulatorio en los primeros 15 días (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2001, 2002; Vélez *et al.*, 2002, 2006., Vélez *et al.*, 2013). Finalmente, la técnica de efecto macho-macho en la que se induce a las hembras con machos que a su vez fueron inducidos por otros machos (Vélez *et al.*, 2015).

Tratamientos fotoperiodicos para efecto macho

Desde ya varios años atrás se han utilizado los tratamientos fotoperiodicos para la inducción de la actividad sexual de los machos, por ejemplo, la alternancia de días largos y de días cortos (un mes y un mes o dos meses y dos meses) en periodos cortos, evitan la estacionalidad de la secreción de la testosterona y del peso testicular e incrementa la producción espermática durante tres años consecutivos, aunque el comportamiento sexual se disminuye poco pero significativamente (Delgadillo *et al.*, 1993). En la comarca lagunera del norte de México, se han utilizado algunos tratamientos fotoperiodicos en los machos cabríos criollos, Delgadillo *et al.*, 2002, utilizaron 2.5 meses de días largos, posteriormente, se aplicaron dos implantes de melatonina en la oreja (18 mg c/u; Regulín-Mélovine CEVA Santé Animale, Libourne, France) con muy buenos resultados, igual que este tratamiento sin la aplicación de melatonina. Ambos tratamientos, inducen la actividad sexual de los machos y fueron utilizados a partir del 15 de marzo para estimular a un grupo de hembras. En los machos de la raza Alpina adaptados a la comarca lagunera, estos mismos tratamientos funcionan de manera similar, pero tienen la variante de dar inicio el 1 de diciembre, los procesos se realizan igual, solo se recorren un mes (Vélez *et al.*, 2006). Los días largos artificiales aplicados a partir del 1 de noviembre y consecutivos hasta el 20 de abril incrementan la actividad sexual de los machos de la raza Alpina (Carrillo *et al.*, 2007). Un tratamiento más se ha utilizado en esta raza de caprinos y consiste en aplicar 24 horas de luz al día combinado la luz natural con la luz artificial. La luz artificial se enciende a las 18:00 PM y se termina a las 8:00 AM cuando ya hay luz natural, de tal manera que no vean oscuridad los machos (Vélez *et al.*, 2007).

Nivel nutricional y suplementación

El cambio en el consumo de alimentos, afecta el axis reproductivo tanto de hembras como de machos. Las señales nutricionales involucradas y los sitios que reciben estas señales siguen siendo estudiadas (Blache *et al.*, 2000). Estos cambios a largo plazo están

representados por la condición corporal y el nivel nutricional. Esto es un factor muy importante en el desarrollo de la conducta sexual de los caprinos (Mellado, 2008), por ejemplo, Vélez *et al.*, 2013, indican que el tiempo de exposición de los machos con las hembras aunado a la condición corporal baja, disminuye la respuesta al efecto macho. Gámez *et al.*, 2004, indican que el aumento en la condición corporal y en el nivel nutricional, antes y durante el empadre, mejoran la respuesta al efecto macho y la prolificidad al final de la temporada de anestro. De igual manera Urrutia *et al.*, 2003, indica una baja respuesta al efecto macho en cabras con una condición corporal baja y con un pastoreo restringido. Por otro lado, las dietas a corto plazo provocan cambios en la concentración sanguínea de la glucosa, ácidos grasos, insulina y leptina y algunos aminoácidos en el fluido cerebroespinal (Blache *et al.*, 2000). Como ejemplo de estos periodos cortos de suplementación, Viñoles *et al.*, 2005, demostraron los efectos de la suplementación durante la fase luteal de las ovejas con un crecimiento folicular y rangos de ovulación mayores en las hembras suplementadas con el doble de la dieta de mantenimiento a base de granos y soya debido al aumento en la concentración de FSH, glucosa y hormonas metabólicas. Con la suplementación con sobrante de alimento de vacas lecheras por un periodo de 10 días, el 84% de las cabras presentaron celo a diferencia de las no suplementadas 64% (Machado *et al.*, 2023). Sin embargo, en la mayoría de las investigaciones realizadas en cabras, se realizan con suplementaciones, ya sea por alimentos, granos o por pastoreo.

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es determinar la respuesta estral, la latencia al primer estro y presencia de ciclos cortos en las cabras suplementadas con vaina de mezquite expuestas al efecto macho.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente trabajo, se llevó a cabo en el ejido Santa Fe, Municipio de Torreón, Coahuila, México (Comarca Lagunera, 26°N).

Metodología

Se utilizaron cuatro machos cabríos con características fenotípicas propias de los animales encastados del norte de México (Comarca Lagunera) de entre 1 y 3 años de edad. Se desparasitaron con ivermectina al 1%, fueron descornados, se vacunaron con bacterina triple y se vitaminaron con vitaminas ADE a razón de 3 ml/animal. La alimentación consistió en heno de alfalfa y alimento concentrado comercial con 14% de proteína diariamente por la mañana y por la tarde. El agua y sales minerales fueron ofrecidos a libre acceso. Además, recibieron un tratamiento fotoperiódico de días largos (16 horas de luz por día durante 75 días), en un corral abierto dispuesto con 6 lámparas de luz blanca (75 watts cada una) que emitían un mínimo de 300 lux dentro del corral. Se utilizó un temporizador para controlar los encendidos de la luz. Las lámparas se encendían de 6:00 8:00 am y de 5:00 a 10:00 pm. En el tiempo intermedio de los encendidos los machos estaban expuestos a la luz natural del día (Vélez *et al.*, 2006). Se utilizaron 60 cabras criollas en anestro estacional que recibían alimentación de pastoreo diario. Estas cabras se dividieron en dos grupos de acuerdo al peso y a la condición corporal. Un grupo de hembras permaneció durante todo el estudio con el pastoreo, al cual se le denominó PASTOREO (n= 30). El otro grupo de cabras se denominó MEZQUITE (n= 30) ya que estas cabras recibieron una suplementación de 450 gr. De vaina

de mezquite molida después del pastoreo, 10 días antes y 20 días después del efecto macho. Las 60 cabras de los dos grupos fueron expuestas a efecto macho con los machos sexualmente activos (2 machos por grupo) previamente tratados con fotoperiodo. El día 12 de abril se juntaron las hembras con los machos. Durante ese tiempo las hembras permanecieron en contacto con los machos durante el periodo de estancia en el corral (aproximadamente de 6:00 pm a 10:00 am), el resto del día las hembras salieron a pastorear sin la presencia de machos.

Las variables determinadas en los dos grupos, fueron:

Presencia de celos: Se registró por observación directa en la mañana y en la tarde durante 15 días a partir del día 12 de abril. Se tomó como celo el momento en el que la hembra se dejó montar por el macho. **Latencia al primer celo:** Se determinó por observación, cuando la hembra fue montada por primera vez, se calculó el tiempo transcurrido desde la entrada de los machos hasta el momento en que la hembra fue montada. **Ciclos cortos:** Se registró por observación, si una hembra después de presentar un primer celo, repitió celo en los 15 días de la exposición a machos, esto se tomó como un ciclo corto (entre 5 y 7 días después del primero).

Análisis de los datos

La latencia y los ciclos cortos fueron comparados con la prueba de two-sample t-test. La presencia de celos, se comparó con una prueba de Chi-squared test usando el programa MYSTAT 12.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Medición de variables

Presencia de Celos: El porcentaje total de cabras en estro durante los 15 días del estudio fue diferente significativamente ente los grupos MEZQUITE y PASTOREO (83 y 60 % respectivamente; $P > 0.05$; Figura 1). **Latencia al primer estro:** el intervalo de tiempo entre la introducción del macho y la presencia de celo fue más tardío en el grupo PASTOREO que en el grupo MEZQUITE (167 horas, 153 horas respectivamente $P > 0.001$; Figura 1). **Ciclos cortos:** el porcentaje de ciclos cortos fue mayor para el grupo MEZQUITE en comparación con el grupo PASTOREO (27 y 13 % respectivamente; $P > 0.05$; Figura 2).

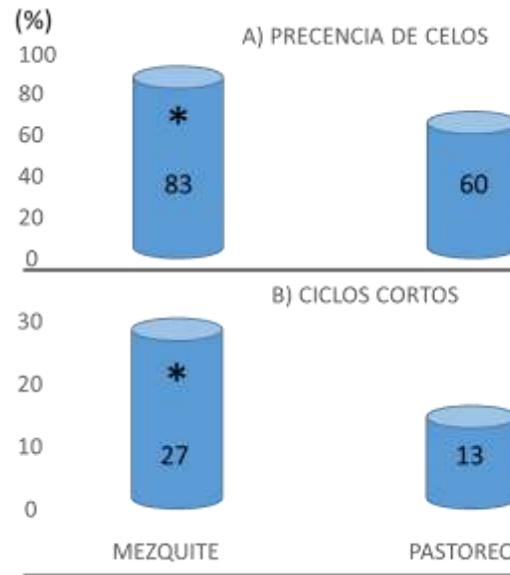


Figura 1. Se muestra en la imagen A) el porcentaje de hembras que presentaron celo durante los 15 días del contacto con los machos. En la imagen B) se muestra el porcentaje de hembras que presentaron un ciclo de duración corta. Asterisco indica diferencias entre grupos ($P<0.05$), prueba de two-sample t-test en la imagen A). Asterisco indica diferencias entre grupos ($P<0.001$), prueba de Chi-squared test en la imagen B).



Figura 2. Se muestra en la imagen la duración en horas que tardaron en presentar celo las hembras de cada grupo. Asterisco indica diferencias entre grupos ($P<0.05$), prueba de two-sample t-test).

CONCLUSIONES

Con base en nuestros resultados obtenidos en este trabajo, podemos concluir que la respuesta reproductiva de las hembras en anestro cuando son sometidas al efecto macho y suplementadas con vaina de mezquite se mejora que las hembras que no se suplementaron.

FINANCIAMIENTO: Este trabajo se realizó con recursos fiscales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

AGRADECIMIENTOS: Se agradece al productor cooperante Paulo Cervera Caro por haber facilitado las hembras y machos caprinos par este estudio.

REFERENCIAS

- Álvarez RL., Ducoing WAE., Zarco QLA., Trujillo GAM. 1999. Conducta estral, concentraciones de LH y función lutea en cabras en anestro estacional inducidas a ciclar mediante el contacto con cabras en anestro. *Vet. Méx.* 30: 25-31.
- Blache D., Chagas LM., Blackberry MA., Vercoe PE and Martin GB. 2000. Metabolic factors affecting the reproductive axis in male sheep. *REVIEW. Journal of reproduction and fertility.* 120: 1-11.
- Carrillo E., Véliz FG., Flores JA Y Delgadillo JA. 2007. El decremento en la proporción macho-hembra no disminuye la capacidad para inducir la actividad estral de cabras anovulatorias. *Téc. Pecu. Méx.* 45: 319-328.
- Delgadillo JA., Leboeuf B and Chemineau P. 1993. Maintenance of sperm production in bucks during a third year of short photoperiodic cycles. *Reprod. Nutr. Dev.* 33: 609-617
- De Santiago MMA., MarcelinoLS., Luna OJR., Rivas MR., Rodríguez MR., Mellado BM., y Véliz DFG. 2011. La presencia de hembras estrogenizadas al momento del efecto macho induce la actividad estral de cabras en el semidesierto mexicano. *RCHSCFA.* XVII: 77-85
- Delgadillo JA., Carrillo E., Morán J., Duarte G., Chemineau P and Malpaux B. 2001. Induction of sexual activity of male creole goats in subtropical northern Mexico using long days and melatonin. *J. Anim.Sci.* 79: 2245-2252.
- Delgadillo JA., Flores JA., Véliz FG., Hernández HF., Duarte G., Vielma J., Poindron P., Chemineau P and Malpaux B. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *J. Anim. Sci.* 80: 2780-2786.
- Brown, P., & Johnson, K. (2019). Animal nutrition. *Journal of Veterinary Studies*, 45(3), 234–245. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2019.03.001>
- Gómez VH., Urrutia MJ., Días GMO., Rosales NCA., y Ramírez ABM. 2004. Relación entre suplementación alimenticia, condición corporal y respuesta al efecto macho en cabras criollas en anestro. *Veterinaria Zacatecas.* 2 147-152.
- Mellado M. 2008. Técnicas para el manejo reproductivo de las cabras en agostadero. *Tropical and Subtropical Agroecosistem.* 9 47-53.
- Véliz LI, Carrillo E, Valera VMA, Véliz FG, Malpaux B, Delgadillo JA. 2006. Long days stimulate the sexual behavior of the Alpine male goats allocated in subtropical northern Mexico. *Reunión Nacional de investigación e innovación pecuaria, Agrícola, forestal y acuícola pesquera, Veracruz 2006, Veracruz, México.*
- Urrutia MJ., Gómez VH y Ramírez ABM. 2003. Influencia del pastoreo restringido en el efecto macho en cabras en baja condición corporal durante la estación de anestro. *Téc Pecu Méx.* 41 251-260.
- Véliz MLI, Carrillo E, Malpaux B, and Delgadillo JA. 2007. Testicular growth and testosterone secretions in Alpine bucks are stimulated by artificial long days and melatonin or constant light. *11th Annual Conference of ESDAR, Celle, Germany.*
- Véliz MLI, Maldonado JJA, Chavez AU López GJC Véliz FG Mesa-Herrera CA Rodríguez-Martínez R and Salinas H. 2013. Impact of low body condition score and the time of exposure on the sexual response of female goats to “male effect”. *J. Anim. Sci.* 91, E-Suppl. 2/*J. Dairy Sci.* 96 E-Suppl. 1.
- Véliz MLI., FloresNMJ., Rosales NCA., Chávez SAU., y Martin GB. 2015. Efecto macho-macho y la capacidad de inducir actividad estral en hembras durante el anestro estacional. *Reunión Nacional Pecuaria, Toluca de Lerdo Estado de México.*
- Véliz FG., Moreno S., Duarte G., Vielma J Chemineau P., Poindron P., Malpaux B and Delgadillo JA. 2002. Male effect in seasonally anovulatory lactating goats depends on the presence of sexually active bucks, but not estrous females. *Animal Reproduction Science.* 72: 197-207.

- Véliz FG., Poindron P., Malpaux B and Delgadillo JA. 2006. Maintaining contact with bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally anestrous female goats. *Animal Reproduction Science*. 92: 300-309.
- Viñoles C., Forsberg M., Martin GB., Cajarville C., Repetto J and Meikle A. 2005. Short-term nutritional supplementation of ewes in low body condition affects follicle development due to an increase in glucose and metabolic hormones. *Reproduction*. 129: 299-309.
- Zarco L., Rodríguez EF., Angulo MRB., and Valencia J. 1995. Female to female stimulation of ovarian activity in the ewe. *Anim. Reprod. Sci.* 39: 251-258.

AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE HONGOS FITOPATÓGENOS CON RESISTENCIA A FUNGICIDA SISTÉMICO EN CULTIVO *IN VITRO* DE AGUACATE

Magali Ruiz Rivas¹, Lorena Jacqueline Gómez Godínez^{2*}, Luis Mario Tapia Vargas¹, Alejandro Ramírez García¹, Benjamín Lira Paredes³.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Uruapan, Av. Latinoamericana Col. Revolución, #1101, CP 60150, Uruapan, Michoacán.

² Centro Nacional de Recursos Genéticos, Boulevard de la Biodiversidad #400, Col. Rancho Las Cruces, CP 47600, Tepatitlán de Morelos Jalisco.

³ Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez". Paseo Lázaro Cárdenas #921, Colonia Revolución, CP 60153, Uruapan, Michoacán.

*Autor de correspondencia: gomez.lorena@inifap.gob.mx

Resumen

El aguacate es esencial para la economía de México, especialmente en Michoacán, que se destaca como el primer estado certificado para su exportación a Estados Unidos. En los últimos años, ha aumentado la importancia en seleccionar y propagar clonalmente árboles de aguacate que sean resistentes a plagas, enfermedades y condiciones ambientales extremas, utilizando técnicas de cultivo *in vitro*. Un paso crucial en este proceso es la obtención de explantes libres de organismos, por lo que nuestro equipo ha estado trabajando en la estandarización de un protocolo de desinfección que no dañe los tejidos vegetales y garantice un ambiente axénico. Sin embargo, nos hemos encontrado con la presencia de hongos que muestran resistencia a un fungicida sistémico (Azimut® 320 SC), lo que nos llevó a evaluar las dosis de resistencia que se pueden aplicar en el cultivo de tejidos vegetales. Se identificaron los géneros *Colletotrichum* sp., *Alternaria* sp. y *Fusarium* sp., 1 presentaron crecimiento radial en una concentración de 22.5 ml/L de fungicida por litro de medio.

Palabras clave:
Propagación, clonación, tejidos vegetales.

Isolation and identification of phytopathogenic fungi with resistance to systemic fungicide under *in vitro* avocado culture.

Abstract

The avocado is essential to Mexico's economy, especially in Michoacán, which stands out as the first certified state for its export to the United States. In recent years, the importance of selecting and clonally propagating avocado trees that are resistant to pests, diseases, and extreme environmental conditions has increased, using *in vitro* cultivation techniques. A crucial step in this process is obtaining explants free of organisms, which is why our team has been working on standardizing a disinfection protocol that does not damage plant tissues and ensures an axenic environment. However, we have encountered the presence of fungi that show resistance to a systemic fungicide (Azimut® 320 SC), which led us to evaluate the resistance doses that can be applied in plant tissue culture. The genera *Colletotrichum* sp., *Alternaria* sp., and *Fusarium* sp. were identified, which exhibited radial growth at a concentration of 22.5 ml/L of fungicide per liter of medium

Keywords:
Propagation, cloning, plant tissues

INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana* Mill.) es un frutal de gran importancia para México, gracias a la gran derrama económica que genera en los diferentes sectores. Sin embargo, como todos los cultivos agrícolas, el aguacate se puede ver afectado por la presencia de plagas y enfermedades. Entre estas últimas destacan la antracnosis, la roña y la tristeza del aguacatero, siendo esta última fatal para el árbol hospedero. Estas enfermedades son desencadenadas por la invasión de hongos fitopatógenos, provocando pérdidas económicas al afectar la calidad del fruto, o en el peor de los casos la muerte de uno o más árboles en un huerto; lo que lleva a tomar importancia fitosanitaria en el cultivo. dentro de los principales hongos fitopatógenos postcosecha se incluyen *Botrytis cinerea*, *Penicillium* spp., *Monilinia* spp., *Alternaria alternata*, *Rhizopus stolonifer*, *Fusarium* spp., *Colletotrichum* spp. (Tian *et al.*, 2016). Para el desarrollo de la investigación, se utilizaron cepas fúngicas aisladas a partir de explantes de aguacate cultivados en condiciones *in vitro*, con la finalidad de identificarlas y comprobar su resistencia a altas concentraciones con el fungicida sistémico Azimut® 320 SC (Azoxystrobin 11.16% y Tebuconazol 18.6%), el cual pertenece al grupo de las Estrobilurinas (inhibidores de la biosíntesis del ergosterol).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Laboratorio de Biotecnología Vegetal y Banco de germoplasma de aguacate del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), C.E. Uruapan, Michoacán.

Métodología

Los explantes fueron tomados del árbol de aguacate con registro “lote 4 árbol 245” perteneciente al banco de germoplasma del INIFAP C.E Uruapan, el cual fue asperjado 72h antes del corte de varetas con el fungicida sistémico Azimut® 320 SC (ADAMA) en una concentración de 2.5mL/L de agua, adicionado con 1ml/L de adherente GAIA Sticker®. Una vez obtenidas las varetas estas se sometieron a un tren de lavados con agua corriente y jabón, etanol al 70%, y cloro al 3%. Una vez desinfectadas las varetas, estas fueron seccionadas a tamaños de 1.5 cm y colocados individualmente en frascos magenta que contenían 50 ml de medio Murashige y Skoog (MS) adicionado con 2.5ml/L de Azimut® 320 SC. Los frascos fueron colocados en una cámara de crecimiento vegetal bajo condiciones controladas de luz (16 h luz/8h oscuridad; 1800 luxes), temperatura (25 a 28°C). Una vez observadas las primeras estructuras de crecimiento micelial en los explantes (5 a 7 días), se comenzó con el aislamiento de los hongos en placas Petri que contenían 25ml de medio Agar Papa Dextrosa (PDA) (MCD LAB, cat. 7041) adicionado con 30g/L de dextrosa e incubadas a 30°C. Con las cepas aisladas se hicieron reservas en glicerol para los ensayos. De las cepas purificadas se trabajó con la morfología colonial y microscópica, para ello se realizaron microcultivos que fueron teñidos con azul de algodón o yodo como lo menciona Aylmore (1984). A partir de las reservas se hicieron pases a medios PDA sin fungicida para obtener cepas en etapa de crecimiento logarítmico, posteriormente, se tomó un inóculo de cada cepa por separado y se colocaron en el medio PDA adicionado con las diferentes concentraciones de Azimut® 320 SC (6.7, 18 y 22.5 ml/L) dejando placas sin fungicida como control de crecimiento.

Análisis de los datos

La morfología colonial y microscópica de cada cepa se evaluó de acuerdo con bibliografía, donde se tomaron en cuenta color del anverso y reverso de la colonia, velocidad de crecimiento, tipo de micelio (aéreo, algodonoso, liso, etc.), tipo de estructuras reproductivas, tipo de micelio (hialino o pigmentado). Para los ensayos de resistencia, se evaluó el crecimiento radial de las colonias a partir del punto de inoculación, de cada una de las cepas fúngicas a lo largo del tiempo en las diferentes concentraciones de fungicida 6.7, 18 y 22.5 ml/L (v/v) en medio PDA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

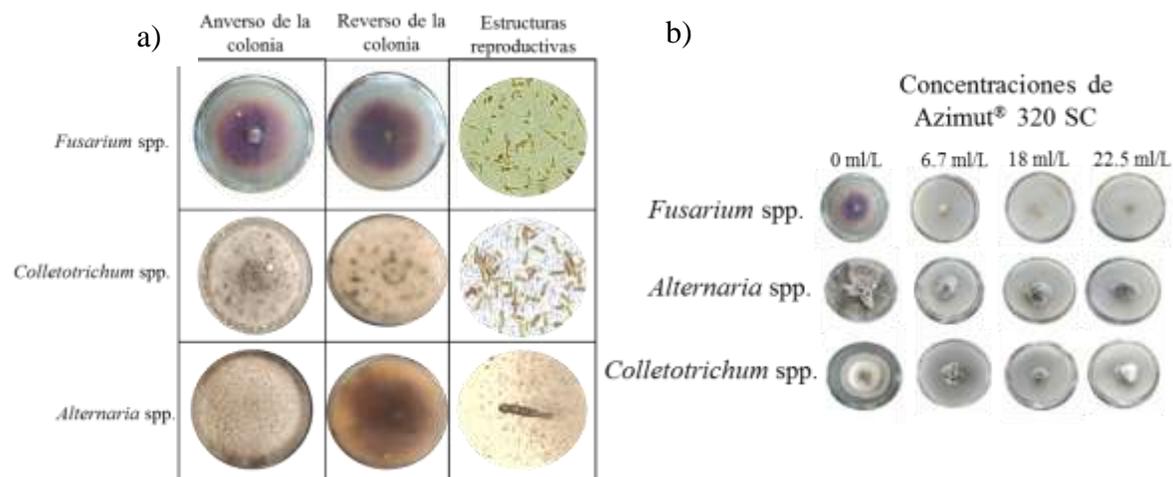


Figura 1 a) Identificación de la morfología colonial y microscópica de las cepas aisladas a partir de explantes de aguacate en condiciones *in vitro*. **b)** crecimiento radial de las cepas fúngicas en las diferentes concentraciones de fungicida Azimut® 320 SC a los 17 días de crecimiento.

Medición de variables

Cuadro 1. Análisis de varianza con el modelo de regresión lineal múltiple entre las cepas, tiempo y crecimiento radial en diferentes concentraciones de fungicida Azimut® 320 SC.

Fuente	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Cepa	2	13.5714083	6.7857042	134.11	<.0001
Tiempo	5	37.4285764	7.4857153	147.94	<.0001
Conc	3	190.8666495	63.6222165	1257.37	<.0001
Tiempo×Concentración	15	15.6990255	1.0466017	20.68	<.0001
Cepa×Concentración	6	0.4870769	0.0811795	1.6	0.1485
Cepa×Tiempo	10	1.3936528	0.1393653	2.75	0.0035

Gl: Grados de libertad; Pr > F: Significancia estadística (P<0.05).

Se caracterizaron tres géneros de hongos fitopatógenos. El género *Fusarium* spp. presentó una morfología colonial con un crecimiento rápido, micelio algodonoso con pigmentación que fue de rosada a púrpura intensa con presencia de macroconidias: esporas de pared delgada, fusiformes, largas, moderadamente curvas en forma de hoz, con varias células de tres a cinco septas transversales (Figura 1a). La morfología colonial de la cepa identificada

como *Colletotrichum* spp. presentó acérvulos, estructuras donde se encuentran los conidios asexuales; que se presentan de forma cilíndrica a obtusa con extremos ligeramente redondeados a veces oblongos (Figura 1a), estudios en especies varietales de aguacate mencionan que este género puede permanecer dentro de la planta sin causar daño aparente; sin embargo, se considera patógeno oportunista si se llega a presentar un desequilibrio en la homeostasis de la planta, causando la enfermedad conocida como antracnosis, que se manifiesta en precosecha y postcosecha. En el género *Alternaria* spp. la cepa se caracterizó por presentar hifas septadas oscuras que se caracterizan por ser ovoides a oblongas, septadas transversalmente y longitudinalmente (Figura 1a) (Fabrega *et al.*, 2002). Las colonias son de color marrón, gris o de color humo debido a la presencia de melanina. Este género se considera endófito, se ha aislado en plantas de aguacate a partir de huertos orgánicos y convencionales, en ramas sanas y limpias sin presentar síntomas de enfermedad o daño por insectos (Shetty *et al.*, 2016), sin embargo, la cepa aislada perteneciente a este género fue de interés para el estudio, puesto que logró adaptarse a las diferentes concentraciones de fungicida. Estudios demostraron a la melanina presente en este género puede desempeñar un papel importante en la adaptación del hongo a condiciones desfavorables, como es el caso de la presencia de compuestos antimicrobianos (Cordero y Casadevall, 2017). De acuerdo con el cuadro 1 se observa que la única interacción donde no existe significancia en el crecimiento radial es al comparar las cepas con las concentraciones del fungicida en el medio, es decir las cepas fúngicas se desarrollan en la presencia de cualquier concentración del fungicida a lo largo de la cinética de crecimiento. Esto coincide con la figura 1b, donde se muestra el crecimiento radial de las tres cepas en todas las concentraciones del fungicida a los 17 días.

CONCLUSIONES

Los géneros de los hongos identificados por morfología colonial y microscópica aislados a partir de explantes de aguacate en condiciones *in vitro* pertenecen a los géneros *Fusarium* spp., *Colletotrichum* spp. y *Alternaria* spp. los cuales se encuentran relacionados con enfermedades del aguacatero, presentaron resistencia al fungicida Azimut® 320 SC en una concentración de 22.5ml/L.

FINANCIAMIENTO: INIFAP. PROYECTO FISCAL REGIONAL TITULADO: “ESTANDARIZACIÓN DE UN PROTOCOLO DE PROPAGACIÓN CLONAL DE PORTAINJERTOS DE AGUACATE RESISTENTES A ENFERMEDADES DEL SISTEMA RADICAL” CON NÚMERO DE PROYECTO SIGI: 12573736530.

REFERENCIAS

- Aylmore, R., & Todd, N. (1984). A microculture chamber and improved method for combined light and electron microscopy of filamentous fungi. *Journal of Microbiological Methods*, 2(6), 317–322. [https://doi.org/10.1016/0167-7012\(84\)90050-2](https://doi.org/10.1016/0167-7012(84)90050-2)
- Cordero, R.J., and A. Casadevall. 2017. Functions of fungal melanin beyond virulence. *Fungal Biol. Rev.* 31(2): 99–112. doi: 10.1016/j.fbr.2016.12.003.
- Fabrega, A.; M. Agut; and M.A. Calvo. 2002. El género “*Alternaria*”: características morfológicas y capacidad de producción de micotoxinas. *Anales Real. Acad. Dr.* 6(2): 357–368.
- Mondino, P. 2008. Control químico de enfermedades de plantas 2a parte: 1–31. http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/cursos/fitopato/Materiales/Teoricos2010/Control_qui_mico_parte2.pdf (Consulta: 10 octubre de 2021).

- Tian, S., Torres, R., Ballester, A., Li, B., Vilanova, L., & González, L. (2016). Molecular aspects in pathogen-fruit interactions: Virulence and resistance, *Postharvest Biology and Technology*. *Postharvest Biology and Technology*, 122, 11–21.
- Shetty, K.G.; D.V. Rivadeneira; K. Jayachandran and D.M. Walker. 2016. Isolation and molecular characterization of the fungal endophytic microbiome from conventionally and organically grown avocado trees in South Florida. *Mycol Prog.* (9): 977–986. doi: 10.1007/s11557-016-1219-3.

INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL DEL FORRAJE DE AVENA EN DIFERENTE ESTADO FENOLÓGICO

Fernando Lucio-Ruiz^{1*}, Alejandro García-Ramírez², Juan Eduardo Godina-Rodríguez², Jonathan Raúl Garay-Martínez³, Santiago Joaquín-Cancino⁴

¹Campo Experimental San Luis, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Carr. Matehuala Km 14.5, 78439 Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí México.

²Campo Experimental Uruapan, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Av. Latinoamericana # 1101, Col. Revolución, 60150, Uruapan, Michoacán, México.

³Campo Experimental Las Huastecas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Carr. Tampico-Mante Km 55, 89610 Altamira, Tamaulipas México.

⁴Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Centro Universitario, Edificio Centro de Gestión del Conocimiento 4to piso, Campus Cd. Victoria, 87149, Cd Victoria, Tamaulipas, México.

*Autor de correspondencia: lucio.fernando@inifap.gob.mx

Resumen

El estudio evalúa la emisión de metano y el índice potencial de calentamiento global durante la fermentación entérica de dos variedades de avena (Chihuahua y Cuauhtémoc) en diferentes estados fenológicos. Se analizaron variables bromatológicas y se estimó la producción de metano en un ensayo *in vitro* con líquido ruminal de bovinos. Los resultados mostraron que la composición del forraje cambia con la madurez y afecta la calidad nutricional ($P < 0.05$) pero no logra modificar la producción de metano estadísticamente ($P > 0.05$). En estados tempranos se presentó mayores valores de proteína cruda y menores de FDA y FDN, la madurez fisiológica mejora los valores de FDA y FDN sin efecto en la producción de metano e impacto ambiental. Se concluye que el estado fenológico es clave en la eficiencia de uso del forraje y en la mitigación del impacto ambiental de la ganadería, específicamente el estado de embuche y madurez fisiológica.

Palabras clave: *Avena sativa*, metano, IPCG.

ENVIRONMENTAL IMPACT INDICATORS OF OAT FORAGE AT DIFFERENT PHENOLOGICAL STAGES.

Abstract

The study evaluates methane emissions and the potential global warming index during enteric fermentation of two oat varieties (*Chihuahua* and *Cuauhtémoc*) at different phenological stages. Bromatological variables were analyzed, and methane production was estimated in an *in vitro* assay using bovine ruminal fluid. The results showed that forage composition changes with maturity, affecting nutritional quality ($P < 0.05$) but not significantly altering methane production ($P > 0.05$). Early phenological stages exhibited higher crude protein content and lower FDA and FDN values, while physiological maturity improved FDA and FDN values without affecting methane production or environmental impact. It is concluded that the phenological stage is key to forage utilization efficiency and mitigating the environmental impact of livestock production, particularly during the booting and physiological maturity stages.

Keywords: *Avena sativa*, methane, IPCG.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático y la producción ganadera han sido temas de gran relevancia en los últimos años debido al incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero, particularmente el metano (CH₄), el cual tiene un potencial de calentamiento 23 veces mayor que el dióxido de carbono (CO₂) y representa alrededor del 40 % de las emisiones antropogénicas de metano a nivel mundial (IPCC, 2007). La fermentación entérica en rumiantes es una de las principales fuentes de CH₄, lo que genera pérdidas energéticas de hasta un 12 % de la energía bruta del alimento, además de contribuir significativamente al calentamiento global (Bonilla y Lemus, 2012; Martín *et al.*, 2020). La metanogénesis es un proceso esencial en la digestión ruminal, ya que permite la eliminación del hidrógeno (H₂) generado en la fermentación de los carbohidratos, aunque su mitigación es clave para reducir su impacto ambiental (Sosa *et al.*, 2007; Sánchez-Santillán *et al.*, 2018).

El forraje de avena (*Avena sativa* L.) es utilizado en la alimentación de rumiantes debido a su disponibilidad en épocas en las que otros cultivos de mejor calidad son escasos. No obstante, su composición química varía según el estado fenológico, lo que puede influir en la producción de metano durante la fermentación entérica (Ramírez-Ordóñez *et al.*, 2013). En este sentido, se determinó la proteína cruda, fibra detergente neutra y ácida como variables bromatológicas y la producción de metano y el índice de potencial de calentamiento global, como indicadores de impacto ambiental en dos variedades de avena en diferentes estados fenológicos, con el fin de efficientizar el aprovechamiento en consideración con el ambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de muestras y área donde se desarrolló el estudio

Las muestras evaluadas consistieron en las variedades de avena Chihuahua y Cuauhtémoc, establecidas y cosechadas a 5 cm del suelo en la Posta Zootécnica Herminio García González, de la Facultad de Ingeniería y Ciencias, perteneciente a la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Fueron cosechadas en diferente estado fenológico (Z2, Z3, Z4, Z7, Z8, Z9, según la escala de Zadocks *et al.*, 1974), posteriormente pesadas, deshidratadas en estufa de aire forzado a 60 °C hasta peso constante y pulverizadas a tamaño de partícula de 1 mm para los análisis posteriores. Los análisis bromatológicos se realizaron en el laboratorio de nutrición de rumiantes del Instituto Tecnológico de Altamira del estado de Tamaulipas, mientras que, la dinámica de fermentación y los indicadores de impacto ambiental, se determinaron en el laboratorio de nutrición de rumiantes del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo del Estado de México.

Métodología

El contenido de proteína cruda (PC) del forraje, se determinó por el método Kjeldahl (N × 6.25), realizando digestión con H₂SO₄ y catalizador, destilación con NaOH y recolección en H₃BO₃ para su titulación con HCl 0.1 N. La fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y hemicelulosa, se obtuvieron con el método Ankom, utilizando soluciones detergentes específicas y bolsas de poliéster. Cada digestión se realizó a 100 °C durante 80 minutos, seguida de lavados, secado y cálculo por diferencia de peso.

La obtención de metano (CH₄) y el índice potencial de calentamiento global (IPCG) se obtuvieron mediante fermentación del forraje de avena por la técnica de producción de gas

(Menke y Steingass 1988; Theodorou *et al.*, 1994). Se contabilizó el gas fermentado (mL g^{-1}) en intervalos de seis horas durante las primeras 24 horas de incubación a 39 °C en baño María en dos series, donde cada serie representó dos repeticiones en el tiempo y cada serie contenía el total de los tratamientos con tres repeticiones incluido tres blancos para ajuste. En cada medición se extrajo el gas producido con jeringa de vidrio de 50 mL y posteriormente se transfirió a otro frasco de 60 mL de capacidad cerrado herméticamente con tapón de goma y aro de aluminio, el cual contenía 45 mL de solución de hidróxido de potasio (KOH; 1M) para capturar el dióxido de carbono de la mezcla de gases, para después medir el volumen que retornó a la jeringa y este se registró como metano más gases menores ($\text{CH}_4 + \text{GM}$). Este valor se ajustó a metano teórico con el factor de 0.77, como proporción de metano generado en el rumen (Zhong *et al.*, 2016). La diferencia de volumen total de gas menos $\text{CH}_4 + \text{GM}$ representó el volumen de CO_2 . El IPCG se obtuvo con la fórmula: $\text{IPCG} = (\text{CO}_2 (\text{mL g}^{-1} \text{MS}) + \text{CH}_4 (\text{mL g}^{-1} \text{MS}) * 23)$, donde la constante 23 corresponde a los equivalentes de CO_2 para el CH_4 (Barra *et al.*, 2009; Paredes, 2022)

Análisis de los datos

En las variables PC, FDN y FDA se realizó un análisis de varianza con el procedimiento GLM del programa estadístico Statistical Analysis System versión 9 (SAS, 2002), bajo un diseño completamente al azar con arreglo de parcelas divididas, donde la parcela mayor corresponde a las variedades y la menor a los diferentes estados fenológicos. La comparación de medias de cada variable entre variedades y estados fenológicos se realizó mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). Mientras que las variables de CH_4 e IPCG fueron analizadas en un diseño de bloques completos al azar con 12 tratamientos y tres repeticiones por tratamiento en cada bloque. Cada repetición en el tiempo fue considerada como bloque y los tratamientos estuvieron constituidos por las dos variedades de avena Chihuahua y Cuauhtémoc y los seis estados fenológicos (Z2, Z3, Z4, Z7, Z8, Z8). Se usó el procedimiento GLM y la comparación de medias con la prueba de Tukey (SAS, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza sobre las variables estudiadas se presenta en el Cuadro 1, se muestra que en las variables de CH_4 e IPCG no se presentó efecto de los factores. La variable proteína cruda mostró disminución conforme se incrementó el estado fenológico en la escala de Zadocks para ambas variedades (Cuadro 2), se tuvo un decremento mayor en la variedad Cuauhtémoc con 201 g kg^{-1} de materia seca desde el estado de macollamiento hasta madurez fisiológica, sin embargo, no se presentó diferencia significativa entre variedades. Mismo comportamiento en la disminución de la PC fue reportado por Ramírez-Ordóñez *et al.* (2013) en la variedad Cuauhtémoc y se atribuye al incremento acelerado de la materia seca no nitrogenada, la cual, supera la absorción de nitrógeno por el sistema radical. Al respecto, Waheed *et al.* (2012) mencionan que, es importante la adición de fertilización mineral de 150 kg ha^{-1} de nitrógeno, ya que permite incrementar los valores de PC, fibra cruda y cenizas en 30, 70 y 50 g kg^{-1} , respectivamente, en comparación con el testigo (sin fertilización). No obstante, en esta investigación todos los estados fenológicos, en las dos variedades presentaron valores mayores a 60 y 80 g kg^{-1} de PC en el forraje, valor mínimo requerido para suplir los requerimientos microbianos de compuestos nitrogenados en la actividad ruminal (Lazzarini *et al.*, 2009; Belachew *et al.*, 2013).

Cuadro 1. Significancia de efectos principales en el análisis de varianza sobre las variables evaluadas en forraje de avena variedades Chihuahua y Cuauhtémoc.

Efecto	PC	FDA	FDN	CH ₄	IPCG
Variedad	*	*	*	ns	ns
Estado	*	*	*	ns	ns
Bloque	-	-	-	ns	ns
Variedad x estado	ns	*	*	ns	ns

*: $P \leq 0.05$; ns: no significativo; PC: proteína cruda; FDA: fibra detergente ácida; FDN: fibra detergente neutro; CH₄: metano; IPCG: índice potencial de calentamiento global.

En FDN y FDA se obtuvo efecto de interacción, por lo que los valores dependen tanto del estado fenológico, como de la variedad, no obstante, se muestra un incremento en cuanto avanza el estado fenológico de las variedades de avena con una ligera disminución en el estado de madurez fisiológica. Mamani y Cotacallapa (2018) mencionan que valores de FDA superiores a los 420 g kg⁻¹ MS compromete la digestibilidad y contenido energético de la materia seca y con base en ello, en este experimento, los estados de grano lechoso (Z7) y grano masoso (Z8) comprometen la digestibilidad del forraje de avena Chihuahua y Cuauhtémoc. Por otro lado, la disminución de FDN y FDA en el estado de madurez fisiológica, se atribuye a la proporción de peso de grano sobre el rendimiento total de forraje con presencia de almidón y poco contenido de fibra (Ramírez *et al.*, 2015), lo que, en términos de alimentación, representa incremento en el consumo de forraje y valores altos de energía y digestibilidad (Flores *et al.*, 2016). Por lo que, en los sistemas de producción animal, así como es importante el rendimiento, es necesario conocer la calidad del forraje, que permita una mayor eficiencia en el consumo.

Cuadro 2. Valor nutricional de forraje de variedades de avena Chihuahua y Cuauhtémoc en relación con el estado fenológico.

EF	Proteína cruda		FDN		FDA	
	Ch	Cu	Ch	Cu	Ch	Cu
	g kg⁻¹					
Z2	261 Aa	286 Aa	446 Cb	559 Da	300 Ca	326 Da
Z3	153 Ba	166 Ba	581 Ba	607 Ca	374 Ba	388 Ca
Z4	128 Ca	127 Ca	609 ABa	649 Ba	397 Ba	415 BCa
Z7	96 Da	104 CDa	683 Aa	673 Aa	459 Aa	455 Aa
Z8	97 Da	99 CDa	687 Aa	679 Aa	444 Aa	440 ABa
Z9	92 Da	85 Da	610 ABa	626 Ba	392 Bb	408 BCa

Literales distintas en una misma columna (ABC) y misma fila por cada variable (abc) indican diferencia estadística ($P \leq 0.05$). EF: estado fenológico; Z2: macollamiento; Z3: elongación de tallo; Z4: embuche; Z7: grano lechoso; Z8: grano masoso; Z9: madurez fisiológica; Ch: Chihuahua; Cu: Cuauhtémoc; FDN: fibra detergente neutro; FDA: fibra detergente ácido.

El contenido de metano en la fermentación in vitro del forraje de avena presentó valores entre los 25 y 35 mL g⁻¹ de materia seca y a medida que se incrementa el CH₄, el valor de IPCG incrementa hasta obtener un potencial de calentamiento de 900 mL CO₂ eq g⁻¹ MS, es decir el cultivo de la avena tiene el potencial de calentar 900 unidades equivalentes de CO₂,

específicamente en la etapa Z3 y Z7 de la variedad Cuauhtémoc (Figura 1). En forraje de avena no se tienen datos para comparación de la producción de CH₄, mucho menos en estas variedades, sin embargo, se sabe que la mejora en la calidad de forraje está relacionado directamente con el incremento en la tasa de pasaje, es decir, el forraje se fermenta y degrada más rápido, lo que reduce el tiempo para que los microorganismos ruminales fermenten la fibra y afecta a la actividad de las arqueas metanogénicas que dependen de la fermentación prolongada y esto se traduce en la disminución de la producción del gas total y de CH₄ entérico (Jiménez-Santiago *et al.*, 2019).

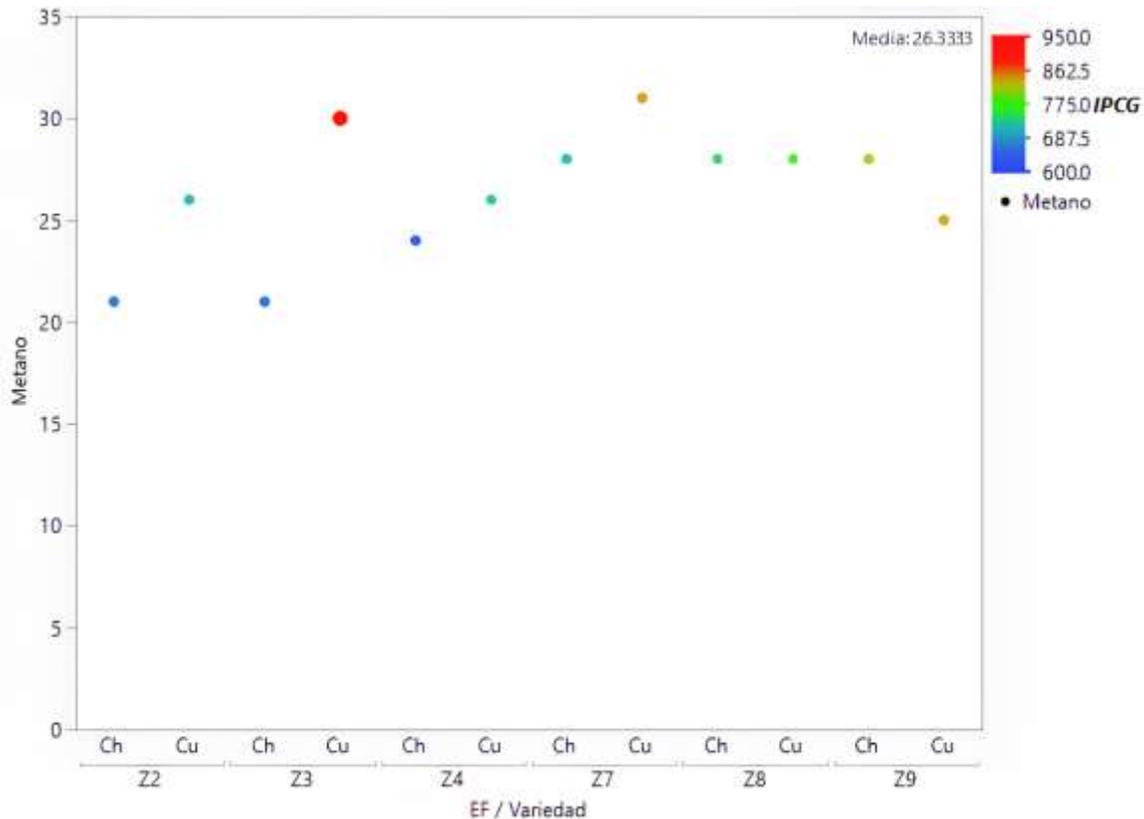


Figura 1. Metano (CH₄: mL g⁻¹ MS) e índice potencial de calentamiento global (IPCG: mL CO₂ eq g⁻¹ MS) en respuesta del estado fenológico y la variedad del forraje de Avena variedades Chihuahua (Ch) y Cuauhtémoc (Cu). EF: estado fenológico; IPCG: índice potencial de calentamiento global; Z2: macollamiento; Z3: elongación de tallo; Z4: embuche; Z7: grano lechoso; Z8: grano masoso; Z9: madurez fisiológica; Ch: Chihuahua; Cu: Cuauhtémoc

Dicho comportamiento en la tasa de fermentación fue reportado por Celis-Alvarez *et al.* (2017), en donde variedades de avena en comparación con triticale y centeno, presentó una mayor tasa de degradación de la fracción soluble e insoluble, lo que representó una menor producción de gas durante la fermentación. Por lo anterior, a pesar de que no se presentaron diferencias estadísticas en el desarrollo del cultivo en cuanto al producción de metano, se logra ver que las etapas fenológicas con contenidos altos de proteína cruda y bajos en FDA y FDN tienen un menor impacto en la producción de metano y por tanto en el IPCG. En el caso de la ligera disminución de metano y el IPCG en el estado de madurez fisiológica, se

debe al balance entre la proteína, FDN, FDA y la energía metabolizable proveniente de la presencia de los granos, tal como lo encontrado por Martínez-Hernández *et al.* (2019).

CONCLUSIONES

La etapa fenológica y la variedad de avena para forraje determinan la calidad de forraje, pero no afectan significativamente la producción de metano y el índice potencial de impacto ambiental, sin embargo, se sugiere el consumo de forraje por rumiantes en el estado fenológico de embuche (Z4) o madurez fisiológica ya que se tiene mayor potencial de aprovechamiento en relación al valor nutritivo y al impacto ambiental.

FINANCIAMIENTO: No existió financiamiento de instancias externas.

AGRADECIMIENTOS: A la Universidad Autónoma de Tamaulipas, Universidad Autónoma Chapingo, Instituto Tecnológico de Altamira e Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, por permitir el desarrollo del proyecto y conjuntar las herramientas disponibles para la obtención de los resultados.

CONFLICTO DE INTERES: No existe conflicto de interés.

REFERENCIAS

- Belachew, Z., Yisehak, K., Taye, T. & Janssens, G. P. J. (2013). Chemical composition and *in sacco* ruminal degradation of tropical trees rich in condensed tannins, Czech Journal of Animal Science, 58,176-192.
- Bonilla. C., J. A. y Lemus F. C. (2012). Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático, Revisión. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 3(2), 215-246.
- Celis-Alvarez, M. D., López-González, F., Estrada-Flores, J. G., Domínguez-Vara, I. A., Heredia-Nava, D., Munguía-Contreras, A. y Arriaga-Jordán, C. M. (2017). Evaluación nutricional *in vitro* de forrajes de cereales de grano pequeño para sistemas de producción de leche en écuena escala. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 20(2017), 439-446.
- Flores N., M. J., Sánchez G., R. A., Echavarría C., F. G., Gutiérrez L., R., Rosales N., C. A. y Salinas H. G. (2016). Producción y calidad de forraje en mezclas de veza común con cebada, avena y triticale en cuatro etapas fenológicas. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 7(3), 275-291.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). Climate change 2007, synthesis report. IPCC. Switzerland, 104 p.
- Jiménez-Santiago, A., Jiménez-Ferrer, G., Alayón-Gamboa, A., Pérez-Luna, E. J., Piñeiro-Vázquez, A. T., Albores-Moreno, S., Pérez-Escobar, M. G. y Castro-Chan, R. (2019). Fermentación ruminal y producción de metano usando la técnica de gas *in vitro* en forrajes de un sistema silvopastoril de ovinos de Chiapas, México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 10(2), 298-314.
- Lazzarini, I., Detmann, C. E., Batista S., Fonseca P. M., Valadares F. S. C., Augusto S. M. & Albani O. F. (2009). Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. Revista Brasileira de Zootecnia, 38, 2021-2030.
- Mamani P., J. & Cotacallapa G. F. H. (2018). Rendimiento y calidad nutricional de avena forrajera en la región de Puno. Journal of High Andean Research, 20, 385-400.
- Martin C., N. Y., Rojas G. de J., Arenas S., N. E. y Herrera-Franco, V. (2020). Alternativas nutricionales para disminuir emisiones de gas metano por bovinos y su efecto en el calentamiento global. Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, 3(1), 8-17.

- Martínez-Hernández, B. E., Salvador-Flores, O. y Miranda-Romero, L. A. (2019). Indicador de calentamiento global a partir de la fermentación ruminal de alimentos con diferentes niveles de energía y proteína. *Pastos y Forrajes*, 42(4), 285-289.
- Menke, K. H. & Steingass H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research Development*, 28, 7-55.
- Ramírez, S., Domínguez, D., Salmerón, J. J., Villalobos G. y Ortega, J. A. (2015). Contreo en surcos y etapa de madurez sobre la producción y calidad del forraje de variedades de avena. *Archivos de Zootecnia*, 64, 237-244.
- Ramírez-Ordóñez, S., Domínguez-Díaz, D., Salmerón-Zamora, J. J., Villalobos-Villalobos, G. y Ortega-Gutiérrez, J. A. (2013). Producción y calidad del forraje de variedades de avena en función del sistema de siembra y de la etapa de madurez al corte. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36, 395-403.
- Sánchez-Santillán, P., Torres-Cardona, M. G., Campos-Montiel, R. G., Fernández-Luqueño, F. Medina-Pérez, G., del Razo-Rodríguez O. E. y Almaraz-Buendía, I. (2018). Potencial de emisión de gases de efecto invernadero de plantas forrajeras por fermentación entérica. *Agroproductividad*, 11(2), 40-45.
- SAS, Statistical Analysis System. (2002). Versión 9.0. USA.
- Sosa, A., Galindo J. y Bocourt R. (2007). Metanogénesis ruminal: aspectos generales y manipulación para su control. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 41(2), 105-114.
- Theodorou, M. K., Williams, B. A., Dhanoa, M. S., McAllan A. B. and France J. (1994). A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 48, 185-197.
- Waheed, A., Ahmad, W., Shehzad M. A. & Shahid, M. (2012). Nitrogen and phosphorus: impact on forage oat (*Avena sativa* L.) growth, yield and its quality attributes. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* 49, 473-479.
- Zadoks, J. C., Chang T. T. and Konzak, C. F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14, 415-421.

DIGESTIBILIDAD Y PARÁMETROS BROMATOLÓGICOS DE ENSILADOS DE SORGO

Fernando Lucio-Ruiz^{1*}, Alejandro García-Ramírez², Mauricio Velázquez-Martínez¹, Jonathan Raúl Garay-Martínez³

¹Campo Experimental San Luis, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Carr. Matehuala Km 14.5, 78439 Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí México.

²Campo Experimental Uruapan, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Av. Latinoamericana # 1101, Col. Revolución, 60150, Uruapan, Michoacán, México.

³Campo Experimental Las Huastecas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Carr. Tampico-Mante Km 55, 89610 Altamira, Tamaulipas México.

*Autor de correspondencia: lucio.fernando@inifap.gob.mx

Resumen

El objetivo del estudio fue comparar diferentes genotipos de sorgo en los principales parámetros de calidad del forraje después del ensilado. Se evaluó Paloma, Sumiel, Arcos, Fortuna, Williams, 197-1 y 197-1-1, considerando las variables de proteína cruda, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida y digestibilidad. Los resultados mostraron diferencias significativas entre genotipos; Paloma, Sumiel y Fortuna destacaron por su mayor contenido de proteína cruda, mientras que 197-1 y 197-1-1 presentaron menor digestibilidad debido a su alto contenido de fibra estructural. La mayor digestibilidad a las 72 horas se observó en Fortuna en hasta 740 g kg⁻¹ MS, lo que sugiere una mejor relación hoja/tallo. La selección del genotipo adecuado influye en la calidad del ensilado, y materiales con menor contenido de fibra estructural y mayor proporción de proteína pueden mejorar la digestibilidad del forraje ensilado.

Palabras clave:
Ensilado,
digestibilidad,
Sorghum.

DIGESTIBILITY AND FOOD PARAMETERS OF SORGHUM SILAGE

Abstract

The objective of the study was to compare different sorghum genotypes in the main forage quality parameters after ensiling. Paloma, Sumiel, Arcos, Fortuna, Williams, 197-1 and 197-1-1 were evaluated, considering variables such as crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber and digestibility. The results showed significant differences among genotypes; Paloma, Sumiel and Fortuna stood out for their higher crude protein content, while 197-1 and 197-1-1 showed lower digestibility due to their high structural fiber content. The highest digestibility at 72 hours was observed in Fortuna at up to 740 g kg⁻¹ DM, suggesting a better leaf/stem ratio. It is concluded that selection of the appropriate genotype influences silage quality, and that materials with lower structural fiber content and higher proportion of protein can improve the digestibility of ensiled forage.

Keywords: Silage,
digestibility, *Sorghum*.

INTRODUCCIÓN

La ganadería en México es una de las actividades más productivas y dinámicas, en la que se destina el 56 % del territorio nacional, donde se tiene como principales objetivos la cría, reproducción y cuidado de las principales especies domesticas como los ovinos, porcinos, bovinos, caprinos y aves, siendo estos los principales con más animales con aproximadamente 553 millones, seguido de estos se encuentra la ganadería bovina con 33 millones de animales, 16.7 millones de porcinos, 8.8 millones de caprinos y 8.8 millones de ovinos. (SIAP 2020).

El número de bovinos en México como principal grupo de rumiantes permite al país posicionarse en el 8º lugar en la producción mundial de carne además de pertenecer a los 10 países que concentran el 90 % de las exportaciones de carne de bovino (COMECARNE, 2021). Los diferentes sistemas de producción de bovino dependen parte o exclusivamente de la disponibilidad de forrajes en praderas o agostaderos para cubrir la mayor cantidad de requerimientos nutricionales, y en este rubro es donde existen más posibilidad de reducir costos con especies productivas y de mayor calidad (Zamora *et al.*, 2002). No obstante, la disponibilidad de forraje se encuentra asociada a la cantidad de luz, CO₂, humedad y nutrientes disponible en el suelo y temperatura, así como del tipo de fotosíntesis, de la estructura de la planta y del índice de área foliar (Ruiz y Carrillo, 2005), por lo que, al presentarse variaciones dentro de estos factores diferentes a los requeridos por las plantas, se afecta el rendimiento de forraje en praderas y agostaderos (Sosa *et al.*, 2008).

Algunos cultivos forrajeros, por sus características sirven de complemento para satisfacer los requerimientos nutricionales de los animales rumiantes en los sistemas de pastoreo de praderas y agostaderos, mientras que para los animales en confinamiento representan la fuente principal de alimento, tal es el caso del cultivo del sorgo, el cual, por sus características fisiológicas y morfológicas representa una opción para la alimentación de los rumiantes considerando parámetros de cantidad y calidad tanto en consumo directo como en ensilado, útil para la época de estiaje (Vargas, 2005). A nivel nacional, los datos de producción de grano de sorgo colocan a Tamaulipas en el principal estado productor para el año 2020, con una aportación de 40.54 % del total nacional, por lo que lo hace un cultivo de importancia económica para el estado, además de ser indicador de la capacidad de producción de este cultivo en el Estado (SIAP, 2020). Sin embargo, para ser considerados como una opción para mejorar la alimentación animal es necesario conocer el contenido de nutrientes principales y el potencial de digestibilidad, los cuales, en primer término, difieren entre genotipos (Ruiz y Carrillo, 2005). Por todo esto, el objetivo de este proyecto fue comparar diferentes genotipos de sorgo en los principales parámetros de calidad de forraje después del proceso de ensilado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de muestras y área donde se desarrolló el estudio

Las muestras de forraje de genotipos de sorgo fueron obtenidas durante el ciclo primavera-verano del 2021, los cuales se desarrollaron en la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas a 190 m. s. n. m. Los análisis bromatológicos y digestibilidad del forraje se determinaron en el Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo del Estado de México

Metodología

Los genotipos de sorgo Paloma, Sumiel, Arcos, Fortuna, Williams, 197-1 y 197-1-1 fueron sembrados en parcelas constituidas por 3 surcos de 5 x 0.80 m de largo y entre surcos, respectivamente, para constituir un tratamiento por genotipo y se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar, con un total de cuatro bloques. Se fertilizó con la fórmula 120-80-00 NPK con Urea y MAP en dos dosis divididas al momento de la siembra y la segunda a los 40 días después de la siembra, de igual manera se realizaron riegos en estos dos momentos. Se realizó monitoreo y control oportuno de plagas como gusano cogollero y gusano barrenador. Para determinar el momento de corte y realización del ensilado se consideró el momento en el que el 50 % de las plantas presentaron el estado de grano masoso.

Para la elaboración de los ensilados se utilizaron microsilos hechos con tubo de PVC (4"x40 cm) y tapa sellada en un extremo del mismo material. Para cada ensilado se preparó una muestra compuesta de las cuatro repeticiones por tratamiento, tomando un metro lineal de plantas completas por unidad experimental cosechadas a 20 cm sobre el suelo, posteriormente se realizó el picado del total de plantas cosechadas en trozos de 1-3 cm y posterior a ello se mezcló el total de muestra y se depositó en el silo, realizando compactación manual mediante un apisonador de concreto de 10 cm de diámetro y finalmente se selló con bolsa plástica y cinta adherente para ser almacenados bajo sombra a temperatura ambiente durante 100 días. Posterior al periodo de almacenamiento, se procedió a realizar la apertura y se tomaron dos muestras dentro de cada silo depositándola en bolsas de papel para posteriormente deshidratar mediante la estufa de aire forzado a temperatura de 65 °C hasta peso constante y fueron pulverizadas a tamaño de partícula de 1 mm para los análisis posteriores.

El contenido de proteína cruda (PC) del forraje, se determinó por el método Kjeldahl ($N \times 6.25$), realizando digestión con H_2SO_4 y catalizador, destilación con NaOH y recolección en H_3BO_3 para su titulación con HCl 0.1 N (AOAC, 1980). La fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y lignina, se obtuvieron con los métodos descritos por Gering y Van Soest (1970). La digestibilidad a las 24 y 72 horas se obtuvo mediante la fermentación del forraje por la técnica de producción de gas (Menke y Steingass 1988; Theodorou *et al.*, 1994). Cada determinación por tratamiento se realizó por triplicado.

Análisis de los datos

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza con el procedimiento GLM del programa estadístico Statistical Analysis System (SAS, 2009) en un diseño completamente al azar, mientras que, la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ($P= 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables bromatológicas de proteína cruda, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida y lignina, mostraron efecto de genotipo, por lo que existieron diferencias estadísticas entre estos. En proteína cruda los valores más altos los presentaron los genotipos Paloma, Sumiel y Fortuna con 106 g kg^{-1} MS en promedio, valores superiores a los reportados en estos genotipos por Lucio-Ruiz *et al.* (2023) sin ensilar, no obstante, el total de los genotipos presentó valores superiores a los 60 y 80 g kg^{-1} de PC en el forraje, valor mínimo requerido para suplir los requerimientos microbianos de compuestos nitrogenados en la actividad ruminal (Lazzarini *et al.*, 2009; Belachew *et al.*, 2013). Los resultados muestran un

decremento considerable en los genotipos 197-1, 197-1-1, mismos que se presentaron en este experimento como los más tardíos, cualidad que permite la acumulación de mayor cantidad de fibra y menor digestibilidad en comparación con genotipos precoces (Peña *et al.*, 2002).

En FDN y FDA se obtuvieron valores de hasta 633 y 425 g kg⁻¹ MS, valores inferiores a los encontrados en la variedad Silo miel con 669 y 493 g kg⁻¹ MS de FDN y FDA, respectivamente, a la misma intensidad de cosecha con 20 cm (Granados-Niño *et al.*, 2021), no obstante, resultaron superiores a los encontrados en los mismos genotipos evaluados en este experimento en forraje sin ensilar (Lucio-Ruiz *et al.*, 2023), y este aumento se debe principalmente al proceso ocurrido en la fermentación en el ensilado, en el cual ocurre un consumo de carbohidratos solubles y otros compuestos fácilmente degradables por microorganismos (Garcés *et al.*, 2004), por ende la proporción de la fibra estructural aumenta en relación con los demás compuestos de la materia seca ensilada. Similar situación ocurrida con la lignina, ya que también pertenece a los compuestos estructurales de la planta de difícil degradación y al respecto, se ha demostrado que se puede disminuir el porcentaje de lignina en la materia seca del forraje ensilado, si la altura de corte se realiza entre los 30 y 60 cm, con impacto directo en el incremento de la digestibilidad del forraje (Granados-Niño *et al.*, 2021). Sin embargo, para Miron *et al.* (2005), al evaluar diferentes variedades de sorgo, la menor presencia de lignina en el forraje no se relacionó con la mayor digestibilidad, por lo que se sugiere que existen otros factores que están involucrados en la degradabilidad.

Cuadro 1. Proteína cruda y variables estructurales de genotipos de sorgo ensilado.

Genotipo	DDS	Proteína	FDN	FDA	Lignina
		g kg ⁻¹ MS			
Paloma	95	108.1 ab	576.4 c	371.8 c	70.7 bc
Sumiel	95	109.2 a	586.4 bc	406.0 ab	67.3 c
Arcos	119	97.3 c	629.5 a	425.3 a	91.0 a
Fortuna	119	101.4 abc	585.9 bc	407.8 ab	94.0 a
Williams	119	100.6 bc	611.3 ab	406.4 ab	88.3 a
197-1	127	85.0 d	633.7 a	392.2 bc	82.8 ab
197-1-1	127	74.1 e	601.5 abc	403.4 ab	81.3 ab

Literales diferentes indican diferencia entre genotipos ($P < 0.05$), prueba de Tukey. DDS: días después de la siembra; FDN: fibra detergente neutra; FDA: fibra detergente ácida; MS: materia seca.

En relación a la digestibilidad entre genotipos se presentaron diferencias estadísticas y en las primeras 24 horas, el genotipo Paloma, seguido de Fortuna Williams y 197-1-1 presentaron la mayor proporción de materia seca digerida (Figura 1) en las primeras 24 horas de incubación, posiblemente por contener mayor cantidad de proteína cruda, relacionada con la mayor proporción de hoja fotosintéticamente activa al momento de la cosecha.

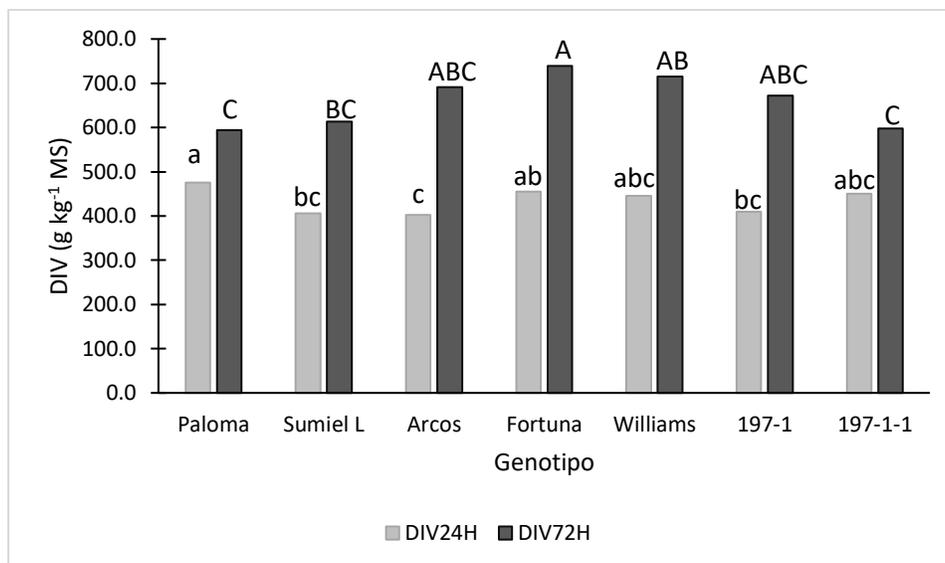


Figura 1. Digestibilidad del forraje de genotipos ensilados de sorgo a las 24 y 72 horas. Literales diferentes indican diferencia entre genotipos por hora de digestibilidad. DIV: digestibilidad *in vitro*; MS: materia seca.

Por otra parte, a las 72 horas de incubación se logró hasta 740 g de materia seca digerida en el genotipo Fortuna, el cual se ha encontrado que tiene una relación hoja/tallo cercano a 0.90, es decir, en el total del forraje cosechado en este genotipo, por cada kg de tallo existe 900 gramos de hoja, la cual presenta baja cantidad de compuestos estructurales en relación a tallo y por ende favorece su digestión (Bolaños *et al.*, 2012).

CONCLUSIONES

Los parámetros de calidad del forraje ensilado de las variedades de sorgo, permiten identificar a Fortuna como el genotipo sobresaliente, al considerar principalmente la proteína y digestibilidad del forraje.

FINANCIAMIENTO: Este proyecto no se desarrollo con financiamiento específico registrado.

AGRADECIMIENTOS: A la Universidad Autónoma de Tamaulipas y a la Universidad Autónoma Chapingo, por permitir el desarrollo del proyecto y conjuntar las herramientas disponibles para la obtención de los resultados.

CONFLICTO DE INTERESES: No existe conflicto de interés.

REFERENCIAS

- A.O.A.C. (1980). Official methods of analysis. Association of official analytical chemists. 13th E. USA.
- Belachew, Z., Yisehak, K., Taye, T. & Janssens, G. P. J. (2013). Chemical composition and *in sacco* ruminal degradation of tropical trees rich in condensed tannins, Czech Journal of Animal Science, 58,176-192.
- Bolaños, A., E. D., Claude, J. M. y Audebert, G. (2012). Rendimiento y calidad de híbridos de sorgo con y sin nervadura café. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 3(2), 441-449.

- COMECARNE, Consejo Mexicano de la Carne (2021) Compendio estadístico 2021. Cd Victoria. <https://comecarne.org/compendioestadistico-2021/> (Febrero 2022).
- Goering, H. K. & Van Soest, P. J. (1970). Forage fiber analyses (Apparatus, reagents, procedures, and some applications). Agriculture handbook (379), 385-598.
- Granados-Niño, J. A., Reta-Sánchez, D. G., Santana, O. I., Reyes-González, A., Ochoa-Martinez, E., Díaz, F. y Sánchez-Duarte, J. I. (2021). Efecto de la altura de corte de sorgo a la cosecha sobre el rendimiento de forraje y el valor nutritivo del ensilaje. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 12(3), 958-968.
- Lazzarini, I., Detmann, C. E., Batista S., Fonseca P. M., Valadares F. S. C., Augusto S. M. & Albani O. F. (2009). Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. Revista Brasileira de Zootecnia, 38, 2021-2030.
- Lucio-Ruiz, F., Aranda-Lara, U., Garay-Martínez, J. R., Joaquín-Cancino, S., Estrada-Drouaillet, B., Bautista-Martínez, Y., y Limas-Martínez, A. G. (2023). Requerimiento térmico, producción y valor nutritivo de forraje de genotipos de sorgo. Revista Fitotecnia Mexicana, 46(4-a). 521-528.
- Menke, K. H. & Steingass H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. Animal Research Development, 28, 7-55.
- Miron, J., Zuckerman, E., Sadeh, D., Adin, G., Nikbachat, M., Yosef, E., Ben-Ghedalia, D., Carmi, A., Kipnis, T. & Solomon, R. (2005). Yield, composition and *in vitro* digestibility of new forage sorghum varieties and their ensilage characteristics. Animal Feed Science and Technology, 120(2005),17-32.
- Peña, R. A., Núñez, H. G. y González, C., F. (2002). Potencial forrajero de poblaciones de maíz y relación entre atributos agronómicos con la calidad. Técnica Pecuaria en México, 40(3), 215-228.
- Ruiz, V. J. y Carrillo, R., J. C. (2005). Selección de cultivares forrajeros de sorgo (*Sorghum bicolor*) y mijo (*Pennisetum americanum*) por índices de eficiencia de producción y calidad. Agronomía Mesoamericana, 16, 153-160.
- Sánchez, G., R. A., Gutiérrez B., H., Serna, P. A., Gutiérrez, L. R. y Espinoza, C. A. (2014). Producción y calidad de forraje de variedades de avena en condiciones de temporal en Zacatecas, México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 5(2), 131-142.
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2020). Anuario estadístico de la producción agrícola. Cd Victoria, <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> (Febrero 2022).
- Sosa R., E. E., Cabrera, T. E., Pérez, R. D. y Ortega, R. L. (2008). Producción estacional de materia seca de gramíneas y leguminosas forrajeras con cortes en el estado de Quintana Roo. Técnica Pecuaria Mexicana, 46, 413-426.
- Theodorou, M. K., Williams, B. A., Dhanoa, M. S., McAllan A. B. and France J. (1994). A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology, 48, 185-197.
- Vargas, R. C. F. (2005). Valoración nutricional y degradabilidad ruminal de genotipos de sorgo forrajero (*Sorghum sp.*). Agronomía Mesoamericana 16,215-223.
- Zamora V., V. M., Lozano R., A. J., López B. A, Reyes V., M. H., Díaz S., H., Martínez, R. J. M. y Fuentes, R., J. M. (2002). Clasificación de triticales forrajeros por rendimiento de materia seca y calidad nutritiva en dos localidades de Coahuila. Técnica Pecuaria Mexicana, 40, 229-24.

CONTENIDO Y TAMAÑO DE CARIÓPSIDES EN ESPIGUILLAS DE ECOTIPOS DE PASTOS NATIVOS DEL ALTIPLANO TAMAULIPECO

Jesús E. Ochoa-Lechuga¹, Jonathan R. Garay-Martínez^{2*}, Fernando Lucio-Ruiz³, Edith Ramírez-Segura⁴, Guillermo Guzmán-Ochoa¹, Santiago Joaquín-Cancino¹

¹Facultad de Ingeniería y Ciencias, UAT, 87149 Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

²Campo Experimental Las Huastecas, INIFAP, 89610 Altamira, Tamaulipas, México.

³Campo Experimental San Luis, INIFAP, 78432 Palma de la Cruz, San Luis Potosí, México.

⁴Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Agricultura Familiar, INIFAP, 47540 Ojuelos de Jalisco, Jalisco, México.

*Autor de correspondencia: garay.jonathan@inifap.gob.mx

Resumen

Conocer la producción de semilla de pastos nativos en el Altiplano Tamaulipeco es importante para diseñar estrategias de conservación. El objetivo de este estudio fue evaluar el contenido y tamaño (largo y ancho) de cariósides de espiguillas de 14 ecotipos de Banderita (5), Gigante (2), Navajita (2), Tempranero (2) y Lobero (3). Las variables se analizaron dentro de especie, en DCA con cuatro y 15 repeticiones para porcentaje y tamaño, respectivamente (Tukey; $\alpha=0.05$). En cariósido resaltó Banderita en el ecotipo Altamira, para Lobero fue Ejido La Peña y en Tempranero sobresalió Ejido San Antonio con 215, 235 y 416 g kg⁻¹, respectivamente. Para ancho solo Banderita presentó diferencia significativa ($p=0.0077$), respecto a largo solo Lobero presentó diferencia significativa ($p<0.0001$). En las variables evaluadas las diferencias observadas en los ecotipos se pueden atribuir a la variabilidad genética. Es importante considerar el porcentaje de cariósides y tamaño para la resiembra o establecimiento.

Palabras clave:
propágulos,
sobrepastoreo, especies

CONTENT AND SIZE OF CARYOPSIDS IN SPIKELETS OF ECOTYPES OF NATIVE GRASSES OF THE ALTIPLANO TAMAULIPECO

Abstract

Knowing the seed production of native grasses in the Tamaulipas Altiplano is important to design conservation strategies. The objective of this study was to evaluate the content and size (length and width) of spikelet caryopses of 14 ecotypes of Banderita (5), Gigante (2), Navajita (2), Tempranero (2) and Lobero (3). The variables were analyzed within species, in RCD with four and 15 repetitions for percentage and size, respectively (Tukey; $\alpha=0.05$). In caryopsis, Banderita stood out in the Altamira ecotype, for Lobero it was Ejido La Peña and in Tempranero Ejido San Antonio stood out with 215, 235 and 416 g kg⁻¹, respectively. For width, only Banderita presented a significant difference ($p=0.0077$), with respect to length, only Lobero presented a significant difference ($p<0.0001$). In the variables evaluated, the differences observed in the ecotypes can be attributed to genetic variability. It is important to consider the percentage of caryopses and size for reseeding or establishment.

Keywords: propagules,
overgrazing, species

INTRODUCCIÓN

En el noroeste de Tamaulipas México se encuentra el Altiplano donde la mayoría de su extensión territorial se caracteriza por presentar climas áridos y semiáridos, sin embargo cuenta con gran diversidad de pastos nativos como, *Bouteloua gracilis*, *B. curtipendula*, *B. hirsuta*, *B. rothockii*, *B. radicata*, *B. repens*, *B. eriopoda*, *B. chondrosioides*, *B. scorpioides*, *Aristida adscencionis*, *A. divaricata*, *A. ternipes*, *Buchloe dactyloides*, *Pleuraphis mutica*, *Sporobolus airoides*, *Distichlis spicata*, entre otras (Ramírez-Ojeda *et al.*, 2024). Sin embargo, estas zonas están en constante fragmentación debido al sobrepastoreo, por lo que para la rehabilitación se recomienda utilizar pastos nativos, sin embargo, estos pastos no han sido domesticados e incluso algunos no han recibido algún tipo de manejo, por ello el comportamiento en la maduración de semillas es heterogéneo, esto limita la obtención de un buen propágulo. Por lo que la oferta de semilla es de poca disponibilidad y de baja calidad (López-Velázquez *et al.*, 2023), respecto a la calidad del propágulo se asocia con el manejo, cosecha y almacenamiento, en este contexto es fundamental realizar estudios para producir nuevas variantes para la producción de semillas, ya que la calidad está relacionada con el manejo agronómico. Lo anterior va a permitir rápido establecimiento y desarrollo obteniendo una mayor producción de semilla (Ramírez-Segura *et al.*, 2022). Por lo que comprender la complejidad en la producción y comportamiento de las semillas va a permitir tomar las medidas necesarias durante el establecimiento de estos pastos nativos. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar el porcentaje y tamaño (largo y ancho) de cariósides de pastos nativos del Altiplano Tamaulipeco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

En el mes de septiembre del 2024, en el Altiplano Tamaulipeco, se realizó un recorrido donde se colectaron ecotipos de Banderita (5; *Bouteloua curtipendula*), Gigante (2; *Leptochloa dubia*), Navajita (2; *Bouteloua gracilis*), Tempranero (2; *Setaria macrostachya*) y Lobero (3; *Muhlenbergia phleoides*), dando un total de 14 ecotipos, esto en los municipios de Tula, Miquihuana, Jaumave, Bustamante, Palmillas en el estado de Tamaulipas.

Metodología

Se colectaron 200 g de propáguos (racimos, espigas y espiguillas), los cuales se guardaron en bolsas de papel previamente etiquetadas para ser transportadas al Laboratorio de Forrajes y Nutrición Animal del Campo Experimental Las Huastecas-INIFAP, en donde se separó la materia inerte (espiguillas y ramillas) para obtener diásporas. Se pesó 1 g de diásporas con ayuda de una báscula analítica modelo HR-250AZ de cada uno de los pastos con cuatro repeticiones.

Posteriormente cada repetición se sometió a una escarificación física donde se eliminaron glumas, palea, aristas según la especie, con ayuda de un tapete de caucho corrugado, las cariósides limpias se pesaron nuevamente para estimar en contenido de cariósido (g kg^{-1}). Para determinar el tamaño de cariósido (μm) se tomaron 15 cariósides al azar, las cuales se colocaron en un portaobjetos graduado, para observarlas en un estereoscopio, posteriormente se tomó una fotografía donde se realizó las mediciones ancho y largo en μm con el programa imageJ.

Análisis de los datos

El diseño experimental constó de 14 tratamientos con cuatro repeticiones para el porcentaje de cariósides y 15 repeticiones para ancho y largo, las variables se analizaron con el procedimiento de GLM (SAS Institute Inc.) comparando dentro de especie entre ecotipos, cuando se encontró diferencia estadística significativa se aplicó una prueba de Tukey $\alpha=0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Medición de variables

Para Banderita, el ecotipo Altamira tuvo 27 % más cariósides en comparación con los ecotipos el Salto y La Florida donde solo se obtuvieron 59 y 67 g kg⁻¹ respectivamente; sin embargo, para ancho de cariósides, El Capulín presentó hasta 714 μm a diferencia de Tula el cual registró 624 μm . Respecto a largo de cariósides no se obtuvo diferencia estadística ($p=0.5435$), por lo que, la cariósides de los diferentes ecotipos osciló entre 2,588 y 2,621 μm . Respecto a Gigante no se registraron diferencias significativas en las tres variables evaluadas, por lo que los valores en cariósides oscilaron entre 120 a 194 g kg⁻¹, con 1,017 a 1.065 y 2,179 a 2,259 μm en ancho y largo, respectivamente. En Lobero el ecotipo Ejido La Peña en cariósides y largo registró valores mayores de 235 g kg⁻¹ y 1,953 μm respectivamente, a diferencia de El Capulín y Ejido Valle Hermoso, los cuales solamente obtuvieron diferencia en cariósides con 116 y 72 g kg⁻¹. Para los tres ecotipos de Lobero no se registró diferencia estadística respecto a ancho de cariósides ($p=0.1128$) en donde los valores fueron de 308 a 329 μm (Cuadro 1).

Cuadro 1. Variables evaluadas en el estudio

Especie	Ecotipo	Cariósides (g kg ⁻¹)	Ancho (μm)	Largo (μm)
<i>Bouteloua curtipendula</i>	Altamira	215 a	645 ab	2,522
	El Capulín	154 b	714 a	2,510
	Tula	154 b	624 b	2,621
	El Salto	59 c	709 ab	2,568
	La Florida	67 c	679 ab	2,588
	P-value	<0.0001	0.0077	0.5435
<i>Leptochloa dubia</i>	El Capulín	120	1,065	2,179
	El Salto	194	1,017	2,259
	P-value	0.0741	0.1031	0.1746
<i>Muhlenbergia phleoides</i>	El Capulín	116 b	307	1,745 b
	Ejido La Peña	235 a	329	1,953 a
	Ejido Valle Hermoso	72 c	308	1,664 b
	P-value	<0.0001	0.1128	<0.0001
<i>Bouteloua gracilis</i>	Ejido Valle Hermoso	96 b	534	2,430
	Valle Hermoso	130 a	547	2,587
	P-value	0.0299	0.5111	0.1906
<i>Setaria macrostachya</i>	Ejido el Sauce	153 b	1,131	1,395
	Ejido San Antonio	416 a	1,065	1,355
	P-value	0.0013	0.0518	0.3941

Literales diferentes dentro de especie (a, b, c), indican diferencia estadística significativa (Tukey; $\alpha=0.05$).

El contenido de Cariópside para Navajita fue mayor en el ecotipo Valle Hermoso con 130 g kg⁻¹, sin embargo, no presentaron diferencia estadística en ancho y largo ($p=0.0511$ y $p=0.1906$). En Tempranero, el ecotipo Ejido San Antonio registró un 416 g kg⁻¹ en cariópside con una diferencia de 36 % respecto a Ejido el Sauce el cuál solo alcanzó 153 g kg⁻¹, sin embargo, en ancho y largo de cariópsides no registraron diferencia significativa $p=0.0518$ y 0.3941, respectivamente (Cuadro 1). Aunque la cosecha se realizó solo en el mes de septiembre la disparidad de los valores de las diferentes especies se pudo deber a que fueron colectados en diferentes sitios con un rango de más de 50 km a la redonda con la finalidad de no colectar el mismo ecotipo (Machado *et al.*, 2015) Además los contenidos de cariópsides que se obtuvieron fueron en su mayoría bajos, pero se atribuyen a que la producción de semillas de estos pastos fue bajo temporal y donde no se realizó ningún tipo de control. Contar con un propágulo de mayor peso y tamaño en estos pastos aumenta la de germinación (Hernández-Guzmán *et al.*, 2021), por lo que es importante considerar el tamaño de cariópside. Así mismo, conocer en contenido de cariópsides que existe en las espiguillas permite estimar la cantidad de espiguillas necesarias durante el establecimiento (López-Velázquez *et al.*, 2023). Aunado a lo anterior los ecotipos evaluados en este trabajo que registraron mayor contenido, ancho y largo en cariópsides podrían tendrán mayor porcentaje de germinación y por ende mayores probabilidades de tener éxito durante el establecimiento.

CONCLUSIONES

En este estudio para las variables de contenido y largo de cariópsides, dentro de especie, en algunos ecotipos se observaron diferencias, por lo que se podría tener variabilidad genética, lo cual es importante para programas de mejoramiento genético. El mayor contenido de cariópside lo obtuvieron Banderita en el ecotipo Altamira, para Lobero fue Ejido La Peña y en Tempranero sobresalió Ejido San Antonio, por lo que estos ecotipos se podrían considerar para la resiembra o establecimiento.

REFERENCIAS

- Ramírez-Ojeda, G., Ramírez-Segura, E., Barrera-Guzmán, L.A. & Vásquez-González, A. (2024). Ecogeography and climate change in forage grasses from arid and semi-arid regions of Mexico. *Grasses*. 3(2): 110-129. <https://doi.org/10.3390/grasses3020008>
- López-Velázquez, M. M., Ramírez-Segura, E., Sánchez-Gutiérrez, R.A., Joaquín-Cancino, S., Muñoz-Salas, L.C. & Gayosso-Barragán, O. (2023). Parámetros de calidad en propágulos de pastos nativos e introducidos cosechados en sequía. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 46(4-A): 487-496. <https://doi.org/10.35196/rfm.2023.4A.496>
- Ramírez-Segura, E., Maldonado-Jaquez, J.A., Torres-Salas, I. & Quero-Carrillo, A.R. (2022). Atributos físicos y fisiológicos de semilla de pastos nativos del México árido. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 45(4): 453-460. <https://doi.org/10.35196/rfm.2022.4.453>
- Vargas, V., Hernández, R.M., Gutiérrez, L.J., Plácido, D.C. & Jiménez, C.A. (2007) Clasificación climática del Estado de Tamaulipas, México. *Ciencia UAT*; 2(2):15-19.
- Hernández-Guzmán, F.J., Rodríguez-Ortega, L.T., Velázquez-Martínez, M., Landa-Salgado, P., Rodríguez-Ortega, A. & Castrellón-Montelongo, J.L. (2021). Influencia del tamaño del cariópside y embrión en el desarrollo de plántulas de pastos. *Interciencia*. 46(7): 309-316.
- Machado, R., Roche, R., Toral, O. & Gonzales, E. (2015). Metodología para la colecta, conservación y caracterización de especies herbáceas, arbóreas y arbustivas útiles para la ganadería. *HAL Open Science*. 22(3): 181-204.

**PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN *in vitro* DE PASTO MULATO II
COSECHADO A DIFERENTE INTERVALO E INTENSIDAD DE CORTE**

**Juan Eduardo Godina-Rodríguez^{1*}, Fernando Lució-Ruiz², Jonathan Raúl
Garay-Martínez³, Santiago Joaquín-Cancino⁴, Andrés Gilberto Limas-Martínez⁴**

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Uruapan, # 1101, Col. Revolución, 60150 Uruapan, Michoacán, México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental San Luis, Carretera San Luis Potosí-Matehuala Km 14.5, 78432 Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, México.

³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Las Huastecas, Carretera Tampico-Mante km 55, C.P. 89610, Altamira, Tamaulipas, México.

⁴Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, (UAT). Centro Universitario, Campus, Cd Victoria, 87149, Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

*Autor de correspondencia: godina.juan@inifap.gob.mx

Resumen

Se evaluaron los parámetros de fermentación *in vitro* del forraje de pasto Mulato II cosechado a diferente intervalo (4, 6 y 8 semanas) e intensidad de corte (10 y 20 cm). Se evaluó el volumen máximo (Vm; mL g⁻¹), tasa de velocidad (S; h⁻¹), fase lac o de retardo (L; h) de producción de gas y la digestibilidad (DIVMS). Los datos de las variables se analizaron en un diseño de DBCA y, una prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$). No se obtuvieron diferencias estadísticas para Vm ($p>0.05$). Los mayores valores de S se obtuvieron a intervalo de cuatro semanas (0.02875 y 0.02993 h⁻¹), a intensidad de 10 y 20 cm, respectivamente, mientras que en L se presentaron los menores valores (4.3 y 5.5 h), respectivamente. La digestibilidad fue menor a intervalo de 8 semanas (53 y 55 %), a intensidad de 10 y 20 cm, respectivamente. El intervalo e intensidad de corte modificó los parámetros de fermentación, digestibilidad y la producción de gas.

In vitro FERMENTATION PARAMETERS OF MULATO II GRASS HARVESTED AT DIFFERENT INTERVALS AND CUTTING INTENSITY

Abstract

In vitro fermentation parameters of Mulato II grass forage harvested at different intervals (4, 6 and 8 weeks) and cutting intensities (10 and 20 cm) were evaluated. Maximum volume (Vm; mL g⁻¹), rate of velocity (S; h⁻¹), lag phase (L; h) of gas production and digestibility (DIVMS) were evaluated. The data of the variables were analyzed in a DBCA design and a Tukey mean comparison test ($\alpha=0.05$). No statistical differences were obtained for Vm ($p>0.05$). The highest S values were obtained at four-week intervals (0.02875 and 0.02993 h⁻¹), at intensities of 10 and 20 cm, respectively, while the lowest values were presented in L (4.3 and 5.5 h), respectively. Digestibility was lower at 8-week intervals (53 and 55 %), at 10 and 20 cm intensities, respectively. The cutting interval and intensity modified the fermentation parameters, digestibility and gas production.

Palabras clave:
Urochloa híbrido
Manejo agronómico
Producción de gas

Keywords:
Urochloa hybrid
Agronomic management
Gas production

INTRODUCCIÓN

En las regiones tropicales se tiene una mayor producción de forraje debido a sus características edafoclimáticas, sin embargo, el rápido crecimiento de los pastos propicia la lignificación de los mismos, por tal motivo, al ser aprovechados su calidad es menor. El manejo agronómico es un factor que determina el rendimiento y la calidad de forraje, dentro de este manejo se considera la fertilización, riego, el intervalo e intensidad de corte. De acuerdo con Godina-Rodríguez *et al.* (2023) cosechar el pasto Camello I y II (*Urochloa* híbrido) periódicamente a intervalo menos prolongado (5 semanas) permite obtener mayor contenido de proteína en el forraje, sin embargo, el rendimiento es menor, mientras que, al cosechar a intervalo más prolongado (7 semanas) se obtiene mayor rendimiento de forraje, pero disminuye el contenido de proteína en el forraje. Por otra parte, la calidad del forraje influye sobre otros parámetros como es la digestibilidad y la producción de gas por medio de la fermentación del forraje en el rumen. En el contexto anterior, Duong *et al.* (2024) al evaluar nueve diferentes especies de pastos tropicales, reportaron en pasto Mulato II valores de proteína cruda (PC) de 147, 113 y 118 g kg⁻¹ de materia seca, y valores de fibra detergente neutro (FDN) de 498, 607 y 656 g kg⁻¹ de materia seca, al cosechar a intervalo de 4, 6 y 8 semanas de rebrote, lo anterior influyó sobre la digestibilidad del forraje, ya que se obtuvieron valores de 791, 724 y 726 g kg⁻¹, respectivamente, mientras que, la producción de gas acumulada a las 72 h de incubación no difirió ($p>0.05$) entre edades de rebrote (275, 246, y 234 mL g⁻¹ MS), respectivamente. Por lo anterior el objetivo de la presente investigación fue evaluar los parámetros de fermentación, digestibilidad y producción de gas *in vitro* de forraje de pasto Mulato II cosechado a diferente intervalo e intensidad de corte.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Microbiología del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo.

Metodología

El pasto evaluado fue Mulato II (*Urochloa* híbrido), cosechado en 2021 a intervalos de 4, 6 y 8 semanas a intensidades de 10 y 20 cm de corte. Las muestras de forraje se secaron en una estufa de aire forzado a 55 °C hasta obtener peso constante, posteriormente, el forraje se molió en un molino Thomas-Wiley® usando una criba de 1 mm de diámetro. Se utilizó medio de cultivo compuesto por 2 L de una solución Buffer-mineral reducida compuesta por: agua destilada (1,498 mL), solución mineral I (150 mL), Solución mineral II (150 mL), buffer (100 mL), solución reductora (100 mL), resarzurina 0.1 % (2 mL) y fluido ruminal fresco (1 L).

El forraje (sustrato) se incubó en viales serológicos de 120 mL, se utilizaron 0.5 g de forraje y 90 mL del medio de cultivo, el cual se añadió a los viales bajo flujo continuo de CO₂, para mantener condiciones de anaerobiosis. El vial se cerró con un tapón de neopreno y arillo de aluminio con centro removible. Los biodigestores (viales serológicos) se incubaron en baño maría a 39 °C por 72 h. Las muestras de forraje fueron fermentadas y el gas producido se midió a las 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 42, 48 60 y 72 h mediante la técnica de producción de gas de Menke y Steingass (1988) y Theodorou *et al.* (1994), siguiendo un procedimiento modificado y descrito por Miranda-Romero *et al.* (2018). El volumen máximo (Vm; mL g⁻¹

¹), la velocidad o tasa específica (S; h⁻¹) y la fase Lag o de retardo (L; h) de la producción de gas se estimaron mediante una función monofásica de acuerdo con Schofield *et al.* (1994).

Análisis de los datos

Los datos de las variables evaluadas se analizaron con el programa PROC GLM (SAS, 2002) con un diseño de bloques completos al azar y, una prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros de fermentación, digestibilidad y producción de gas

Se encontró que el Vm no fue modificado por el intervalo e intensidad de corte ($p > 0.05$), mientras que, en S, L y DIVMS tuvo un efecto diferente al mostrar diferencias entre los tratamientos ($p < 0.05$). Los mayores valores para S se obtuvieron a intervalo de corte de cuatro semanas (0.02875 y 0.02993 h⁻¹) a intensidad de 10 y 20 cm, respectivamente, mientras que, para L se presentó el menor valor (4.3 h) a intervalo de cuatro semanas a intensidad de 20 cm. La digestibilidad *in vitro* del forraje fue menor a intervalo de corte de ocho semanas (53 y 55 %) a intensidades de 10 y 20 cm, respectivamente. Los valores de Vm obtenidos en la presente investigación son menores a los reportados por Duong *et al.* (2024), lo anterior puede deberse a la mejor calidad (PC) que presentó el forraje al ser cosechado. Así mismo, los valores obtenidos en S y L al cosechar a menor intervalo de corte, son mejores ya que el forraje presenta menor contenido de FDN y lignina, lo cual induce mayor velocidad de fermentación (Sánchez-Santillán *et al.*, 2022) y reduce el tiempo en que los microorganismos degradan el forraje, por lo que forrajes con mayor contenido de fibra incrementan el tiempo de degradación L (h) (Villegas-Castañeda *et al.*, 2010), lo anterior también se ve reflejado en la digestibilidad, ya que es mayor en forrajes con mayor contenido de proteína y menor contenido de fibras.

Cuadro 1. Parámetros de fermentación (Vm, S, L) y digestibilidad *in vitro* de pasto Mulato II cosechado a diferente intervalo e intensidad de corte a 72 h de incubación.

Intervalo (Semanas)	Intensidad (cm)	Vm (mL g ⁻¹ MS)	S (h ⁻¹)	L (h)	DIVMS (%)
4	10	247 a	0.02875 ab	5.5 b	74 a
	20	258 a	0.02993 a	4.3 c	72 a
6	10	202 a	0.02835 abc	7.1 a	63 ab
	20	202 a	0.02643 d	5.7 b	60 ab
8	10	219 a	0.2718 bcd	5.8 b	53 b
	20	209 a	0.2675 cd	6.0 ab	55 b

Vm: volumen máximo de gas; S: tasa de producción de gas; L: fase lag o tiempo de retardo; DIVMS: digestibilidad *in vitro* de la materia seca. Literales diferentes (a, b, c, d) entre columnas indican diferencia estadística (Tukey; $\alpha = 0.05$).

La producción de gas (volumen acumulado) fue mayor en el forraje cosechado a intervalo menos prolongado independientemente de la intensidad de corte (Figura 1). La producción de gas es producto del inicio de la fermentación del forraje (sustrato), esta se correlaciona con la calidad del forraje; proteína, fibras y lignina (Amanzougarene y Fondevila, 2020). al respecto, Duong *et al.* (2024), reportaron mayor producción de gas en pasto Mulato II cuando se cosecho a intervalo de cuatro semanas, 275 mL g⁻¹ MS, el cual fue mayor respecto al

obtenido a las seis y ocho semanas de rebrote 246 y 234 mL g⁻¹ MS, respectivamente, similar comportamiento de obtuvo en la presente investigación en donde los mayores valores de acumulación de gas se obtuvieron al cosechar a intervalo de corte de cuatro semanas, independientemente de la intensidad de corte. Lo anterior se debe, a una mayor concentración de carbohidratos no estructurales en el forraje, lo que induce una rápida fermentación y degradación del forraje.

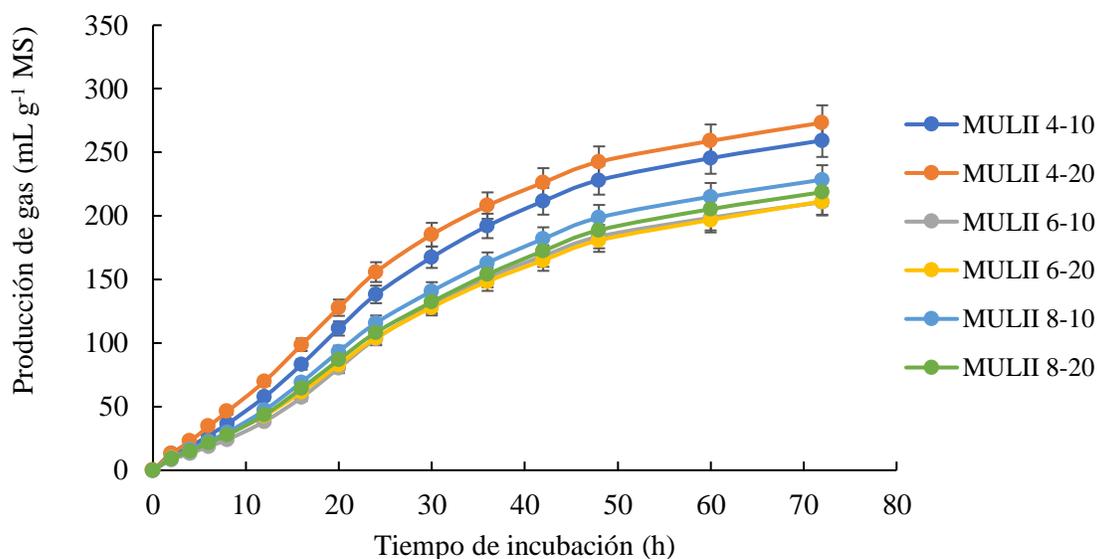


Figura 1. Producción de gas *in vitro* de pasto Mulato II (MULII) cosechado a diferente intervalo (4, 6 y 8 semanas) e intensidad de corte (10 y 20 cm) durante 72 h de incubación.

CONCLUSIONES

El intervalo e intensidad de corte modificó los parámetros de fermentación S, L y DIVMS. Los mejores valores para S y DIVMS se obtuvieron a intervalo de 4 semanas independientemente de la intensidad de corte, mientras que para L el mejor valor se presenta al cosechar a intensidad e 20 cm.

AGRADECIMIENTOS: Se agradece al Laboratorio de Microbiología del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo por la facilitación de sus instalaciones, al personal técnico del laboratorio Carmen Ortiz, Laura Sandoval y al Dr. Luis Alberto Miranda Romero por su apoyo durante el desarrollo de la investigación.

CONFLICTO DE INTERESES: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

REFERENCIAS

Amanzougarene, Z., Fondevila, M. (2020). Fitting of the *in vitro* gas production technique to the study of high concentrate diets. *Animals*, 10(10):1935. <https://doi.org/10.3390/ani10101935>

- Duong N., H. T., Schonewille, J. T., Pellikaan, W. F., Nguyen, T. X., Hendriks, W. H. (2024). In Vitro Gas Production of Common Southeast Asian Grasses in Response to Variable Regrowth Periods in Vietnam. *Fermentation*, 10:1-12. <https://doi.org/10.3390/fermentation10060280>
- Godina-Rodríguez, J. E., Joaquín-Cancino, S., Garay-Martínez, J. R., Estrada-Drouaillet, B., Limas-Martínez, A. G., Quintanilla-Medina, J. J., González-Gutiérrez, I. (2023). Componentes morfológicos y valor nutritivo de dos híbridos de *Urochloa* con diferente manejo agronómico. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 46:479-485. <https://doi.org/10.35196/rfm.2023.4A.479>
- Menke, K. H., Steingass H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal Research Development*, 28:7-55.
- Miranda-Romero, L. A., Vazquez-Mendoza, P., Burgueño-Ferreira, J. A., Aranda-Osorio, G. (2018). Nutritive value of cactus pear silages for finishing lambs. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, 20:196-215. https://scholar.google.es/scholar?cluster=365413380037583462&hl=es&as_sdt=0,5
- Sánchez-Santillán1, P., García-Balbuena, A., Núñez-Martínez, G. Torres-Salado, N., Herrera-Pérez, J. (2022). Efecto de la edad y altura de corte de híbridos de *Urochloa* sp. sobre la producción de gas *In vitro*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 24(111):1-10. <http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.3863>
- SAS (Statistical Analysis System). (2002). User's Guide: Statistics, version 9.3. SAS Institute Incorporated, North Carolina, USA.
- Schofield, P., Pitt, R. E., Pell A. N. (1994). Kinetics of fiber digestion from in vitro gas production. *Journal of Animal Science*, 72(11): 2980-2991. <https://doi.org/10.2527/1994.72112980x>
- Theodorou, M. K., Williams, B. A., Dhanoa, M. S., McAllan, A. B., France, J. (1994). A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 48:185-197. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(94\)90171-6](https://doi.org/10.1016/0377-8401(94)90171-6)
- Villegas-Castañeda, M., Meneses-Mayo, M., Miranda-Romero, L. A., Loera-Corral, O. (2010). Producción de gas in vitro y desaparición de la materia seca del cultivo sólido con hongos ligninolíticos. *Agrociencia*, 44:917-929. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952010000800005&script=sci_arttext

RENDIMIENTO DE FORRAJE DE SORGOS EN EL SEGUNDO CORTE EN CONDICIONES CÁLIDO-SUBHÚMEDAS

Guillermo Guzmán-Ochoa¹, Fernando Lucio-Ruiz², Jonathan R. Garay-Martínez^{3*}, Moisés Felipe-Victoriano³, Ulises Aranda-Lara⁴, Juan E. Godina-Rodríguez⁵, Jesus E. Ochoa-Lechuga¹

¹Facultad de Ingeniería y Ciencias, UAT, 87149 Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

²Campo Experimental San Luis, INIFAP, 78432 Palma de la Cruz, San Luis Potosí, México.

³Campo Experimental Las Huastecas, INIFAP, 89610 Altamira, Tamaulipas, México.

⁴Campo Experimental San Rio Bravo, INIFAP, 88900 Rio Bravo, Tamaulipas, México.

⁵Campo Experimental Uruapan, INIFAP, 60150 Uruapan, Michoacán, México.

*Autor de correspondencia: garay.jonathan@inifap.gob.mx

Resumen

En los sistemas de producción bovina es esencial mantener la disponibilidad de alimento de forma constante con el fin de mantener la producción de carne y leche durante la escasez de alimento. El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento forrajero de 12 genotipos de sorgo mediante el rendimiento del segundo corte y altura de planta en condiciones cálido-subhúmedas. El forraje se cosechó a los 104, 111 y 126 días posteriores al corte de uniformidad, se midió altura de planta (AP; cm) y se estimó el rendimiento ($t\ ha^{-1}$) de forraje en verde (MVT) y materia seca (MST). La AP entre genotipos y rendimiento de materia seca expresó diferencias significativas ($p < 0.05$). Los genotipos de mayor porte presentaron mayor cantidad de materia seca (7.0 a $9.6\ t\ ha^{-1}$). Por lo que provechar el rebrote permite reducir las prácticas agronómicas de manejo acortando el tiempo y costos de producción.

Palabras clave: sorgo forrajero, cultivo forrajero, rebrote.

FORAGE YIELD OF SORGHUM IN THE SECOND CUT IN WARM-SUB-HUMID CONDITIONS

Abstract

In cattle production systems, it is essential to maintain feed availability on a constant basis in order to maintain meat and milk production during feed shortages. The objective of this study was to evaluate the forage behavior of 12 sorghum genotypes through the yield of the second cut and plant height in warm-subhumid conditions. Forage was harvested at 104, 111 and 126 days after the uniformity cut, plant height (PH; cm) was measured and the yield ($t\ ha^{-1}$) of green forage (TGM) and dry matter (TDM) was estimated. The PH between genotypes and dry matter yield expressed significant differences ($p < 0.05$). The larger genotypes had a higher amount of dry matter (7.0 to $9.6\ t\ ha^{-1}$). Therefore, taking advantage of regrowth allows reducing agronomic management practices, shortening production time and costs.

Keywords: fodder sorghum, fodder crop, regrowth.

INTRODUCCIÓN

La disminución de la disponibilidad de agua y la erosión del suelo, amenazan la sostenibilidad de la agricultura y la ganadería en particular en las regiones semiáridas, obligando a los productores a buscar alternativas de producción eficientes en el uso del agua (Martínez-Gamiño *et al.*, 2023). En los sistemas de producción bovina, es esencial mantener la disponibilidad de alimento de forma constante con el fin de mantener la producción de carne y leche durante la escasez de forraje (Parra-Cortés *et al.*, 2019) esto con la finalidad de satisfacer la demanda de alimentos en una tasa creciente demográfica. La producción de cereales se encuentra ampliamente relacionada con el sector ganadero, debido a que representan aproximadamente el 13 % de la alimentación del ganado. El sorgo (*Sorghum bicolor*) es una gramínea que se destaca por una gran diversidad genotípica y fenotípica, con buena adaptación a condiciones de sequía, y elevada producción de materia seca (MS). En México, la producción de sorgo forrajero varía de 13 a 30 t ha⁻¹ de MS (Villagrana-Soto *et al.*, 2024). El sorgo se puede utilizar como cultivo forrajero en zonas semiáridas debido a que su consumo de agua es 25 % menor que el maíz forrajero (Marsalis *et al.*, 2010). Estas características lo convierten en una alternativa en la producción de forraje para alimentación de rumiantes, por medio de la conservación mediante el ensilaje o henificado, con ello se obtiene un alimento de calidad que permite mantener e incrementar la ganancia de peso del ganado durante la época seca. Otra cualidad que presenta es la elevada capacidad de rebrote, crecimiento rápido y desarrollo radicular profundo, brindan la posibilidad de aprovechar un segundo corte o pastoreo directo, disminuyendo los costos de producción (Ríos *et al.*, 2021). El objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento forrajero de 12 genotipos de sorgo mediante el rendimiento de soca (segundo corte) y altura de planta.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó de mayo a agosto del 2024 en el Sitio Experimental Aldama perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en las coordenadas geográficas 22° 51' 47.38'' N y 98° 14' 14.20'' O, a 98 msnm (INEGI 2015). El clima del sitio experimental es clasificado como semicálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw₀), la precipitación media anual es de 657 mm y temperatura media anual de 23.4 °C (SMN, 2022).

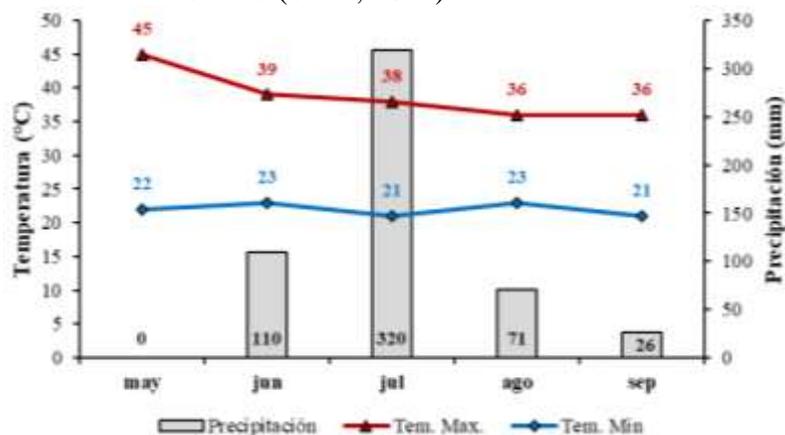


Figura 1. Precipitación y temperatura máxima (Tem. Max.) y mínima (Tem. Min.) registradas durante el estudio en el Sitio Experimental Aldama-INIFAP.

Se evaluaron 12 genotipos de sorgo, cinco procedentes de la empresa Anzú Genética Seeds (Procónsul, Gobernador, Gladiador, Caramelo y Verde Pacas) y siete del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (Paloma, 195-2, Williams, Fortuna, Arcos, 197-1, 197-1-1). Cada parcela experimental estuvo conformada por cuatro surcos de diez metros a una distancia de 0.8 m entre surcos y se tuvo una densidad de $\approx 287,500$ plantas ha^{-1} en condiciones de temporal. La fertilización se realizó a los 35 días después del corte de uniformidad (18/05/2024) con una dosis de 50-00-00 kg ha^{-1} de NPK.

El forraje se cosechó a los 104, 111 y 126 días posteriores al corte de uniformidad, debido a que los materiales presentaron diferentes tiempos para que el grano alcanzara el estado de grano masoso-lechoso, esto permitió clasificarlos en genotipos de ciclo corto, intermedio y tardío. Se midió la altura de la planta (AP; cm) y se determinó el rendimiento de forraje verde total (MVT; t ha^{-1}), para ello, en dos metros lineales el forraje total se cortó a una altura de 20 cm sobre el suelo. Se tomó el peso y se obtuvo una submuestra de tres plantas; posteriormente, se metieron en una estufa a aire forzado a 65°C por 72 horas y se estimó el rendimiento de materia seca total (MST; t ha^{-1}). El diseño experimental que se utilizó fue de bloques completos al azar con tres repeticiones; para el análisis estadístico se realizó un análisis de varianza, y una comparación de medias con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) en el programa estadístico SAS 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La AP entre genotipos expresó diferencias significativas ($p < 0.05$) con valores entre 127 y 264 cm. Los días a cosecha no influyeron en la AP, debido que en cada ciclo se registraron genotipos de porte alto (>170 cm). Procónsul y Gobernador presentaron características de ciclo corto y diferencias en la AP con 154 y 197 cm, mientras que los de ciclo intermedio reportaron AP entre 127 y 214 cm. Los de ciclo largo no presentaron diferencias en la AP y tendieron a ser más altos que el resto de los genotipos evaluados (Figura 2).

Los genotipos Caramelo, Arcos y Verde Pacas presentaron mayor rendimiento de MST con valores entre 8.3 y 9.6 t ha^{-1} . Los genotipos de ciclo largo (197-1-1 y 197-1) no presentaron diferencias significativas en la producción de MST, con valores de 8.8 y 9.2 t ha^{-1} . El genotipo Gobernador obtuvo rendimientos de 8.1 t ha^{-1} de MST igualando a Verde Pacas de ciclo intermedio y 197-1-1 de ciclo largo (Figura 2). Sin embargo, Villagrana-Soto (2024) menciona que la fecha de siembra tiene un impacto significativo en la duración del ciclo del cultivo estando directamente relacionado con los días, las unidades calor acumuladas y distribución de la precipitación, reduciendo el rendimiento hasta en un 32 %. Las condiciones climáticas registradas durante el establecimiento del experimento (Figura 1) favorecieron el desarrollo fenológico del sorgo, en el mes de junio, durante las primeras etapas vegetativas se registraron 110 mm y un total de 527 mm con temperaturas mínimas y máximas de 21 y 39°C , respectivamente, durante todo el ciclo del cultivo, lo cual efecto de manera positiva el crecimiento del rebrote, y como resultado mayor producción de MST. Al respecto Marsalis *et al.*, (2010) menciona que el sorgo ocupa entre 450 y 500 mm para poder desarrollarse de manera eficiente, lo cual se pudo corroborar en este estudio. En estudios realizados por Lucio-Ruiz *et al.*, (2023), reportan rendimientos de 15.9 t ha^{-1} en el genotipo Arcos al primer corte. Sin embargo, en este estudio durante el segundo corte se observaron rendimientos de 9.6 t ha^{-1} , por lo que aprovechar un segundo corte reduciría los costos de producción por adquisición de semilla, siembra y preparación del suelo, además de obtener una mayor

producción de forraje en el menor tiempo posible para asegurar la disponibilidad de forraje durante la época de escasez.

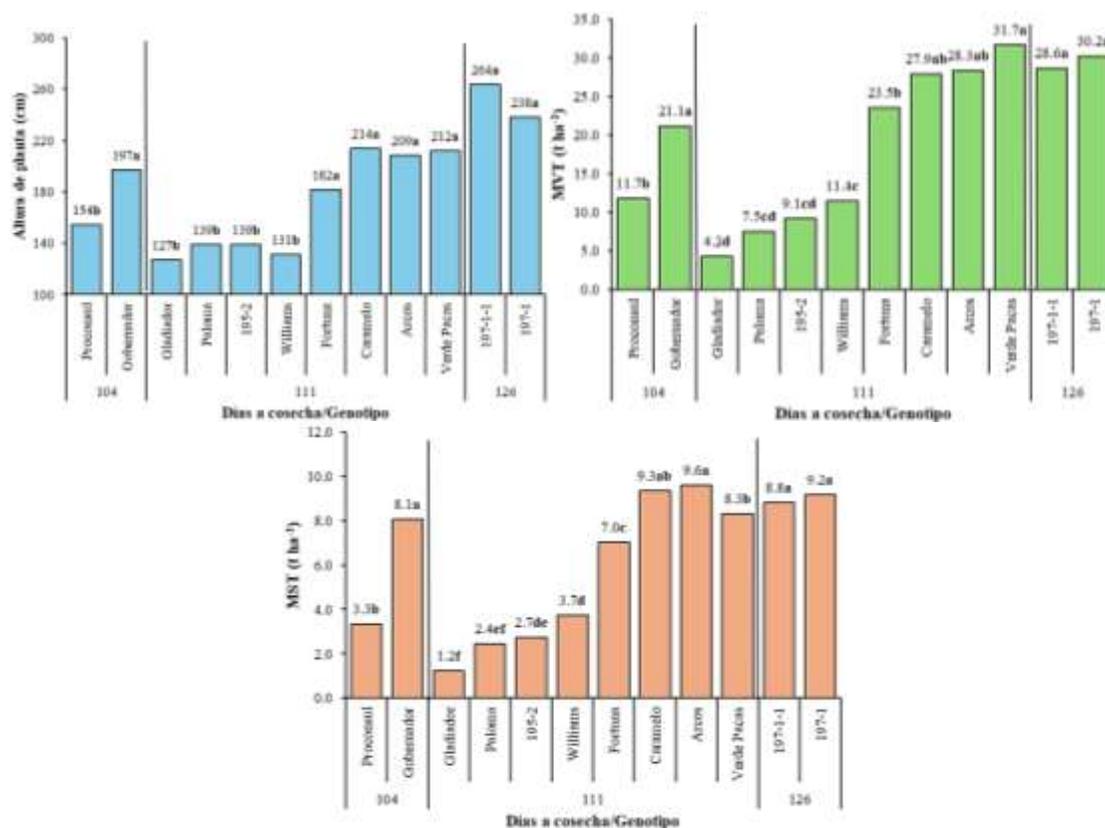


Figura 2. Altura de planta, rendimiento de materia verde (MVT) y materia seca (MST en genotipos de sorgo en el segundo corte en condiciones cálido-subhúmedas.

CONCLUSIONES

Los genotipos de porte alto tendieron a producir mayor cantidad de materia seca con rendimientos de 7 a 9.6 t ha⁻¹. Aprovechar el rebrote del sorgo podría reducir las practicas agronómicas de manejo, acortando el tiempo y costos de producción.

REFERENCIAS

- Ríos, M.D.K., Conde P.A., & Ríos M.C.F. (2021). Productividad y sostenibilidad del cultivo de sorgo forrajero como alternativa para la alimentación de rumiantes. *Revista del Centro de Investigación de la Universidad La Salle*, 14(56), 163-190. <http://doi.org/10.26457/recein.v14i56.2807>
- Marsalis, M.A., Angadi S.V., & Contreras-Govea F.E. (2010). Dry matter yield and nutritive value of corn, forage sorghum, and BMR forage sorghum at different plant populations and nitrogen rates. *Field Crops Research*, 116(1), 52-57. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.11.009>
- Martínez-Gamiño, M.Á., Osuna-Ceja E.S., Padilla-Ramírez J.S., & Pimentel-López J. (2023). Agricultura de conservación: alternativa para la mitigación del cambio climático en el altiplano semiárido de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14(6), <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i6.2957>

- Parra-Cortés, R.I., Magaña-Magaña M.A., & Piñeiro-Vázquez A.T. (2019). Intensificación sostenible de la ganadería bovina tropical basada en recursos locales: alternativa de mitigación ambiental para América Latina. *Revisión Bibliográfica. Información Técnica Económica Agraria*, 115(4), 342-359. <http://dx.doi.org/10.12706/itea.2019.003>
- Lucio-Ruiz, F., Aranda-Lara U., Garay-Martínez J.R., Joaquín-Cancino S., Estrada-Drouaillet B., Bautista-Martínez Y., & Limas-Martínez A.G. (2023). Requerimiento térmico producción y valor nutritivo de forraje de genotipos de sorgo. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 46(4-A), 521-528. <https://doi.org/10.35196/rfm.2023.4A.521>
- Villagrana-Soto, F., Gutiérrez-Bañuelos H., Echavarría-Chairez F.G., Sánchez-Gutiérrez R.A., García-Cervantes D., Espinoza-Canales A., Muñoz-Salas L.C., Aguirre-Calderón C.E., & Martínez-Gómez J. (2024). Productividad de maíz, sorgo, avena y girasol en temporal en clima semiseco de México. *Chilean Journal of Agricultural and animal sciences*, 40(2), 387-398. <https://dx.doi.org/10.29393/chjaas40-33pmfg90033>

RENDIMIENTO DE FORRAJE Y COMPOSICIÓN MORFOLÓGICA DE HÍBRIDOS DE MAÍZ EN CONDICIONES CÁLIDO-SUBHÚMEDAS
Daniela Hernández-Hernández¹, Jonathan R. Garay-Martínez², Alejandro Garcia-Ramirez³, Fernando Lucio-Ruiz⁴, Rosendo Hernández-Martínez², Juan E. Godina-Rodríguez^{3*}, Ricardo Velasco-Carrillo¹

¹Instituto Tecnológico de Altamira, TNM, 89602 Altamira, Tamaulipas, México.

²Campo Experimental Las Huastecas, INIFAP, 89610 Altamira, Tamaulipas, México.

³Campo Experimental Uruapan, INIFAP, 60150 Uruapan, Michoacán, México.

⁴Campo Experimental San Luis, INIFAP, 78432 Palma de la Cruz, San Luis Potosí, México.

*Autor de correspondencia: godina.juan@inifap.gob.mx

Resumen

Se evaluó el rendimiento de forraje y composición morfológica de híbridos de maíz en condiciones cálido-subhúmedas. Los tratamientos fueron seis híbridos de maíz: DK6018, DK357, NA975, NB722 y NB950 y H443A. Las variables fueron: altura de planta (AP; m), rendimiento (t ha⁻¹) de materia verde (MVT) y seca total (MST); y composición morfológica (%). Las variables se analizaron en un DBCA con cuatro repeticiones y la comparación de medias mediante Tukey ($\alpha = 0.05$). DK357, H443A y NA975 presentaron mayor AP (205 cm, en promedio). NB722 presentó mayor valor de MVT, seguido de H443A y NB975 con 29.78 t ha⁻¹, en promedio. NB722 y NA975 mostraron mayor rendimiento de MST con 9.82 t ha⁻¹. Los híbridos NA975 y H443A mostraron mayor proporción de mazorca, con valores entre 45 y 48 %. Los híbridos NB722, H443A y NB975, presentaron mejores atributos forrajeros, mayor rendimiento de MVT, MST y proporción de mazorca.

Palabras clave: Maíz forrajero, cultivo forrajero, trópico.

FORAGE YIELD AND MORPHOLOGICAL COMPOSITION OF CORN HYBRIDS UNDER WARM-SUBHUMID CONDITIONS

Abstract

The forage yield and morphological composition of maize hybrids in warm-subhumid conditions were evaluated. The treatments were six maize hybrids: DK6018, DK357, NA975, NB722 and NB950 and H443A. The variables were: plant height (PH; m), yield (t ha⁻¹) of green matter (TGM) and total dry matter (TDM); and morphological composition (%). The variables were analyzed in a RCBD with four replications and the comparison of means using Tukey ($\alpha = 0.05$). DK357, H443A and NA975 had higher PA (205 cm, on average). NB722 presented the highest TGM value, followed by H443A and NB975 with 29.78 t ha⁻¹, on average. NB722 and NA975 showed higher TDM yield with 9.82 t ha⁻¹. The NA975 and H443A hybrids showed a higher proportion of ear, with values between 45 and 48 %. The hybrids NB722, H443A and NB975 presented better forage attributes, higher TGM, TDM and ear proportion yields.

Keywords: Forage corn, forage crop, tropic.

INTRODUCCIÓN

En el sistema extensivo para la producción de bovinos del trópico de México, se presentan dificultades para mantener los parámetros productivos durante el año, esto derivado principalmente de la estacionalidad en la producción de forraje, ya que durante la época seca disminuye hasta en 90 % (Garay-Martínez *et al.*, 2024); así como el valor nutritivo disminuye significativamente, presentando una digestibilidad y contenidos de proteína cruda, <400 y $< 50 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente. Durante esta época seca los productores se ven en la necesidad de utilizar concentrados y/o suplementos, con lo cual aumentan los costos de producción, ya que durante esta época los insumos aumentan su precio en más del 75 % (Bautista-Martínez *et al.*, 2020). Para minimizar los efectos de la falta de alimento durante la época seca, una alternativa que se ha utilizado es la producción de forraje de maíz, debido que es un cultivo que presenta altas tasas de crecimiento y puede acumular entre 8.86 y 9.58 t ha^{-1} de materia seca total (MST; Rosario-Arellano *et al.*, 2024). Además, este forraje se puede conservar mediante el ensilado, el cual es un alimento con alto contenido de energía, almidón, carbohidratos solubles y fibra (Khan, *et al.*, 2024). Sin embargo, antes de recomendar algún material para la producción de forraje, es necesario evaluar el comportamiento de este en condiciones locales, para determinar si puede ser una alternativa para las condiciones de ese lugar en específico. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar el rendimiento de forraje y composición morfológica de híbridos de maíz en condiciones cálido-subhúmedas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en condiciones de riego de auxilio por goteo de septiembre a diciembre del 2024 en el Sitio Experimental Aldama, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en las coordenadas geográficas $22^\circ 51' 47.38'' \text{ N}$ y $98^\circ 14' 14.20'' \text{ O}$, a 98 msnm (INEGI 2015). El clima del Sitio Experimental se clasifica como cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw_0), la precipitación y la temperatura media anual es de 657 mm y 23.4°C , respectivamente (SMN, 2022). El riego aplicado, precipitación y temperaturas máximas y mínimas que se presentaron durante el estudio se observan en la Figura 1.

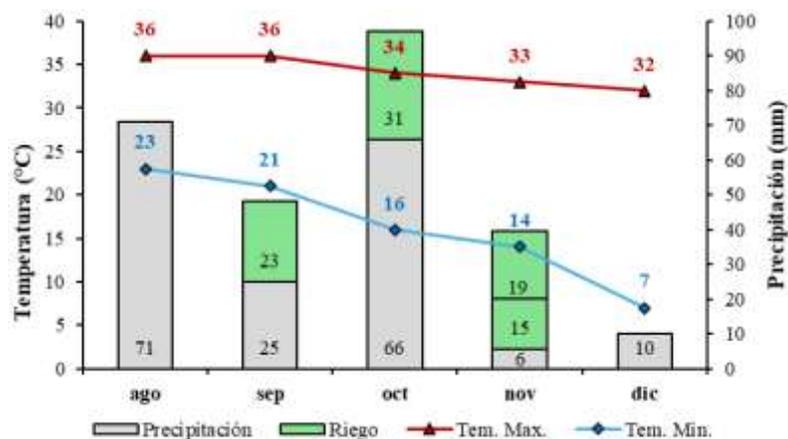


Figura 1. Riego, precipitación y temperatura máxima (Tem. Max.) y mínima (Tem. Min.) que se presentaron durante el estudio en el Sitio Experimental Aldama-INIFAP.

Se evaluaron seis híbridos de maíz, dos de la empresa DEKALB® (DK6018 y DK357), tres de la empresa NOVASEM® (NA975, NB722 y NB950) y como testigo el H443A procedente del INIFAP. Cada parcela experimental estuvo conformada por seis surcos de 10 m de largo a una distancia de 0.8 m entre surcos y la densidad de plantas fue de $\approx 125,000$ plantas ha^{-1} (10 plantas m^{-1}). La preparación del suelo fue mecanizada (un barbecho, dos pases de rastra cruzada y surcado). Se aplicaron cuatro riegos (Figura 1): 23 mm (17/09/24), 31 mm (03/10/24), 15 mm (01/11/24) y 19 mm (21/11/24) y se utilizó cintilla 5/8" de la marca Aqua Traxx Toro® con un distanciamiento de 20 cm entre goteros. Se realizaron dos fertilizaciones, a los 16 y 45 días después de la siembra (DDS) con una dosis de 60-40-00 y 40-20-00 kg ha^{-1} de NPK. Para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se aplicó Clorantniliprol 18.4 % (100 mL ha^{-1}) a los 16 y 45 DDS.

La cosecha del forraje se realizó a los 83 DDS, tiempo en el que los híbridos alcanzaron el estado de grano masoso-lechoso. Se midió la altura de la planta (AP; cm) y posteriormente, se determinó el rendimiento de forraje en verde, para ello se cosechó todo el forraje presente en dos metros lineales a una altura de 20 cm sobre el suelo, se tomó el peso y se obtuvo una submuestra de tres plantas para la separación por componentes morfológicos: hoja (vainas + lámina foliar), tallo, mazorca (brácteas + grano + olote), panícula y materia muerta (láminas foliares con más del 50 % de tejido clorótico). Posteriormente, todas las muestras se metieron en una estufa a aire forzado a 65 °C por 72 horas, se pesaron nuevamente y se determinó el contenido de materia seca. Posteriormente se estimó el rendimiento (t ha^{-1}) de materia verde (MVT) y seca (MST) total, así como la proporción (%) de los componentes morfológicos. Las variables se analizaron mediante un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y para comparación de medias se empleó la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó que los híbridos de maíz presentaron diferencias para AP ($p = 0.0003$), donde DK357, H443A y NA975 presentaron los mayores valores (205 cm, en promedio; Cuadro 1); mientras que NB950, fue el de menor altura (182 cm; Cuadro 1). Respecto al rendimiento de MVT, NB722 presentó el mayor valor ($p < 0.0001$), seguido de H443A y NB975, con 29.78 t ha^{-1} , en promedio. Para la variable MST, los híbridos NB722 y NA975 mostraron el mayor rendimiento, con 9.82 t ha^{-1} , en promedio; seguido de H443A que presentó un rendimiento 12 % menor (8.65 vs. 9.82 t ha^{-1} ; Cuadro 1). Los rendimientos de MST obtenidos en este estudio son similares a los reportados por Rosario-Arellano *et al.*, (2024), quienes en condiciones semicálido húmedo, obtuvieron rendimientos de MST entre 8.86 y 9.58 t ha^{-1} .

Cuadro 1. Altura de planta (AP) y rendimiento de materia verde total (MVT) y materia seca total (MST) en híbridos de maíz en condiciones de riego y clima cálido subhúmedo.

Variable	Híbrido de maíz						p-value
	H443A	DK6018	DK357	NA975	NB722	NB950	
AP (cm)	201 ab	192 bc	214 a	200 ab	195 bc	182 c	0.0003
MVT (t ha^{-1})	30.48 b	27.91 bc	28.66 bc	29.08 b	35.14 a	25.65 c	<0.0001
MST (t ha^{-1})	8.65 bc	8.16 c	8.31 c	9.36 ab	10.3 a	7.01 d	<0.0001

Literales diferentes entre columnas (a, b, c, d), indican diferencia estadística significativa (Tukey; $\alpha=0.05$).

Los híbridos NB950, H443A y DK6018, presentaron mayor proporción de hoja ($p < 0.05$), con valores que oscilaron entre 29 y 31 % (Figura 2). En cuanto a la proporción de tallo, DK357, NB722 y NB950, presentaron los mayores valores, entre 28 y 32 %. Los híbridos NA975 y H443A mostraron la mayor proporción de mazorca, con valores entre 45 y 48 %; mientras que NB950 obtuvo el valor menor (32 %; Figura 2). Para que un genotipo de maíz forrajero presente un alto valor energético, la proporción de mazorca debe ser lo más cercana al 50 % (Núñez *et al.*, 2003); ya que, a mayor proporción de mazorca, incrementa el contenido energético, disminuye la fibra, aumenta la digestibilidad de la materia seca de forraje y por consiguiente se incrementan los parámetros productivos (Liu *et al.*, 2021). Por lo anterior, los híbridos NA975 y H443A podrían ser genotipos que presenten mayor valor nutritivo del forraje, por que presentaron los valores mayores de mazorca.

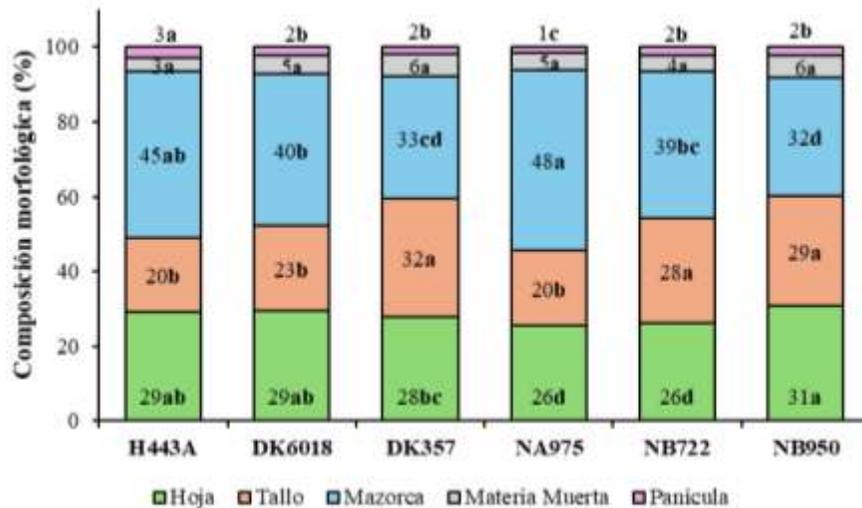


Figura 2. Composición morfológica en híbridos de maíz en condiciones de riego y clima cálido subhúmedo. Para cada componente morfológico, literales diferentes entre híbridos (a, b, c, d), indican diferencia estadística significativa (Tukey; $\alpha=0.05$).

CONCLUSIONES

Bajo condiciones cálido-subhúmedas y con riego de auxilio, los híbridos NB722, H443A y NB975, presentaron mejores atributos forrajeros, mayor rendimiento de MVT, MST y proporción de mazorca. Por lo que podrían ser una opción para la producción de forraje en estas condiciones.

REFERENCIAS

- Bautista-Martínez, Y., Granados-Zurita, L., Joaquín-Cancino, S., Ruiz-Albarrán, M., Garay-Martínez, J.R., Infante-Rodríguez, F., & Granados Rivera, L.D. (2020). Factores que determinan la producción de becerros en el sistema vaca-cría del Estado de Tabasco, México. *Nova scientia*, 12(25): 1-22. <https://doi.org/10.21640/ns.v12i25.2117>
- Garay-Martínez, J.R., Godina-Rodríguez, J.E., Hernández-Rodríguez, B., Maldonado-Torres, A., López-Cantú, D.G., & Joaquín-Cancino, S. (2024). Caracterización de unidades de producción pecuaria en Aldama, Tamaulipas, México: productores, hato y alimentación animal. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* Núm. Esp. IV: e4091. <https://doi.org/10.19136/era.a11nIV.4091>

- Khan, N., Shah, T.A., Akhtar, H.M.S., Salamatullah, A.M., Bourhia, M., Mekonnen, A.B., Khan, M.Z., Nazar M., & Khan, N.A. (2024). Influence of maize genotypes and harvest stages on in-silo fermentation quality and nutritional value of corn silage during hot summer condition of the tropics. *BMC Plant Biol* 24:490. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05179-1>
- Liu, Y., Wang, G., Wu, H., Meng, Q., Khan, M.Z., & Zhou, Z. (2021). Effect of hybrid type on fermentation and nutritional parameters of whole plant corn silage. *Animals* 11(6): 1587. <https://doi.org/10.3390/ani11061587>
- Núñez, G., Contreras, E.F., & Faz, R. (2003). Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. *Técnica Pecuaria en México*, 41:37-48.
- Rosario-Arellano, J.L., Salazar-Ortiz, J., Andrés-Meza, P., Serna-Lagunes, S., Borbonio-Fernández, V., Real-Garrido, C.J., & Coria-Gil, N.A.B. 2024. Características agronómicas y forrajeras de variedades nativas de maíz en Las Montañas, Veracruz, México. *Acta Agrícola y Pecuaria* 10 (1): e0101003. <https://doi.org/10.30973/aap/2024.10.0101003>

MAGUEY CON UREA COMO SUPLEMENTO EN CABRAS DOBLE PROPÓSITO EN PASTOREO EN SAN LUIS POTOSÍ

Mauricio Velázquez-Martínez^{1*}, Ricardo Avilés-Ruiz², Oscar Guadalupe Barrón-Bravo², Iván Leonardo Vélez-Monroy³, Jorge Alonso Madonado-Jáquez³, Juan Isidro Sánchez-Duarte³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental San Luis, Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, México.

²INIFAP, Campo Experimental Las Huastecas, Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas, México.

³INIFAP, Campo Experimental La Laguna, Matamoros, Coahuila, México.

*Autor de correspondencia: velazquez.mauricio@inifap.gob.mx

Resumen

El objetivo fue evaluar el efecto de la adición de Urea al maguey en la pérdida de peso y producción de leche antes del empadre en cabras en pastoreo durante sequía severa en San Luis Potosí. Se formaron tres tratamientos: control (TC, n = 17), suplementado con maguey (TM, n= 15), suplementado con maguey más urea (TMU, n=15). El resto de la dieta consistió en pastoreo (10:00 a 19:00 h). Los efectos de tratamiento resultaron significativos (P<0.05) sobre ambas variables de estudio. La producción de leche y la pérdida de peso para TC fueron 487 ± 41g/d y -94 ± 13g/d, TM 491 ± 57g/d y -75 ± 14g/d, TMU 586 ± 67g/d y -69 ± 14g/d, respectivamente.

La suplementación con maguey más urea, reduce la pérdida de peso y mantiene la producción de leche previo al empadre en cabras en pastoreo.

Palabras clave: sequía, pérdida de peso, leche, proteína.

MAGUEY WITH UREA AS A SUPPLEMENT IN DUAL PURPOSE GOATS IN GRAZING IN SAN LUIS POTOSÍ

Abstract

The objective was to evaluate the effect of adding Urea to maguey on weight loss and milk production before mating in grazing goats during severe drought in San Luis Potosí. Three treatments were formed: control (TC, n = 17), supplemented with maguey (TM, n = 15), supplemented with maguey plus urea (TMU, n = 15). The rest of the diet consisted of grazing (10:00 a.m. to 7:00 p.m.). The treatment effects were significant (P<0.05) on both study variables. Milk production and weight loss for TC were 487 ± 41g/d and -94 ± 13g/d, TM 491 ± 57g/d and -75 ± 14g/d, TMU 586 ± 67g/d and -69 ± 14g/d, respectively. Supplementation with maguey plus urea reduces weight loss and maintains milk production prior to mating in grazing goats.

Keywords: drought, weight loss, milk, protein.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas pastoriles con caprinos están presentes principalmente en las regiones árida y semiáridas de México, la producción nacional del sistema caprino represento 169,204.212 miles de litros de leche y 41,034.453 toneladas de carne en canal (SIAP, 2023). A nivel nacional, San Luis Potosí ocupó en el 2023 el segundo lugar en producción de ganado en pie (8,460.577 toneladas; SIAP, 2023), Así, los productos pecuarios que más se comercializan son el cabrito a través de intermediarios, cuyo destino final es principalmente la ciudad de

Monterrey, México (Avilés-Ruiz *et al.*, 2020) y el queso realizado de manera artesanal es comercializado de manera local, principalmente en la cabecera municipal y algunas ciudades cercanas. Sin embargo, existen temporadas de sobreproducción y temporadas de escasez de ambos productos debido a la estacionalidad reproductiva de esta especie en latitudes por encima del trópico de cáncer en México (Delgadillo *et al.*, 2004).

Para mantener e incluso aumentar la producción y disminuir la pérdida de peso de la cabra al momento del empadre se requiere de incorporación de suplementos para satisfacer las necesidades fisiológicas de los caprinos en sus diferentes etapas, dado que la alimentación de las cabras se basa en vegetación nativa con variaciones en su contenido nutricional dependiente de la época del año (Alcalá-Rico *et al.*, 2020). Un ejemplo de suplementación, fue con aceite de soya y canola al aumentar la concentración de ácidos grasos esenciales en la leche y mejorar la condición corporal de las cabras durante la lactancia (Lerma-Reyes *et al.*, 2018). Por lo que es de suma importancia continuar con la búsqueda de opciones de suplementación disponible y a bajo costo para mejorar la productividad y la rentabilidad de la caprinocultura de sistemas extensivos en el Altiplano norte-centro de México. Por lo que el objetivo del presente estudio fue evaluar una alternativa de suplementación que reduzcan la pérdida de peso e incrementen la producción de leche previamente al empadre en cabras doble propósito en pastoreo durante los meses de mayo y junio en San Luis Potosí.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el ejido Pocitos en el municipio de Charcas, San Luis Potosí. Su ubicación geográfica, promedio de temperatura, promedio de precipitación, altitud y clima son 23.1857674 LN y 100.9821625 LO, 17.3°C, 396.6 mm, 1,983 msnm y clima seco templado con lluvias en verano, respectivamente (INEGI, 2009).

Metodología

Se realizó un manejo sanitario al hato un mes previo a iniciar el estudio, el cual consistió de vacuna, desparasitación, vitaminado y selenio. Se utilizaron 47 cabras de cruza de criollas con raza lechera de número de parto de 2 ± 0.1 partos y peso vivo de 37.4 ± 0.77 kg, respectivamente. De acuerdo a esos datos, se formaron tres grupos de animales homogéneos y se asignaron completamente al azar a los siguientes tratamientos: 1) control (TC, n=17) sin suplementación; 2) maguey (*Agave salmiana* Otto ex Salm-Dyck; TM, n=15) fue suplementado con 2,000 g de maguey de picado; 3) suplementado con maguey más urea (TMU, n=15) fue de 2,000g picado más urea. El TMU se preparó con 600 g de urea y 80 g de sulfato de amonio disuelto en 16 litros de agua, esta dosis se pulverizó con una fumigadora sobre 100 kg de maguey picado y se dejó reposar 24 hr antes de servirlo al comedero de las cabras. El maguey se troceó con un cuchillo a un tamaño de partícula de 3 cm. El maguey que se utilizó fue de plantas que mostraban evidencia de comenzar su etapa de floración (antes que emergiera el quiote). Los animales se ordeñaron dos veces al día (8:00 y 19:00h) y se suplementaron a las 9:00 h. El peso vivo y producción de leche de los animales se registró semanalmente en básculas electrónicas (Truper®, Monterrey, México) con capacidad de 500 ± 0.05 kg y 50 ± 0.005 kg, respectivamente. El resto de la dieta consistió en pastoreo (10:00 a 18:00h). Se midió semanalmente la producción de leche de las cabras semanalmente por tres ocasiones, obteniéndose un promedio de las tres. Con base en los pesos al inicio de la

suplementación durante la sequía (18 de mayo al 5 junio del 2024) y peso al peso final de la misma, se estimaron las pérdidas de peso diarias en los animales previo al empadre.

Análisis químicos. Durante el experimento, se tomaron muestras representativas del maguey utilizado en los tratamientos. Una muestra homogénea se tomó del maguey solo y otra del maguey con urea, las muestras por duplicado se mandaron a un laboratorio certificado por National Forage Testing Association (NFTA) ubicado en Aguascalientes, México. Se determinó porcentaje de humedad, materia seca, cenizas, proteína, Fibra Detergente Acida y Fibra Detergente Neutra.

Análisis de los datos

Para el análisis de las variables pérdida de peso y producción de leche, se realizó una prueba de normalidad (Bondad de Ajuste) con el objetivo de usar estadística paramétrica. Como dichas variables fueron normales, se utilizó un diseño completamente al azar. Para el análisis de la variable dependiente pérdida de peso, se incluyó en el modelo de análisis la covariable producción de leche y para la variable dependiente producción de leche, se incluyó en el modelo de análisis la covariable peso inicial con el objeto de corregir las diferencias y poder evaluar de forma precisa estas dos variables de respuesta. Los datos se analizaron con el programa estadístico SAS versión 9.4 (SAS Institute, 2011), mediante un análisis de varianza y comparación de pruebas de medias de Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Medición de variables

Como se puede observar en el Cuadro 1, el elemento principal que se buscó mejorar con la edición de urea al maguey, fue el porcentaje de proteína, el cual se incrementó del 3.25 al 12.06 en base seca, cuando se usó solo maguey respecto a cuándo se empleó maguey con urea. Lo anterior va explicar buena parte de los resultados en las variables producción de leche y pérdida de peso en cabras en pastoreo.

Cuadro 1. Composición química del maguey solo y maguey con urea.

Variable, %	Maguey solo		Maguey con urea	
	Base húmeda	Base seca	Base húmeda	Base seca
Humedad	84.87		84.39	
Materia seca		15.13		15.61
Cenizas	1.61	10.63	1.45	9.28
Proteína	0.49	3.25	1.88	12.06
F.D.A.	3.2	21.15	3.9	24.97
F.D.N.	4	26.45	4.4	28.2

F.D.A.=Fibra detergente acido; F.D.N.=Fibra detergente neutro.

En la Figura 1, se observa que la mayor producción de leche de cabras en pastoreo previo al efecto macho fue en aquellas suplementadas maguey más urea. Sin embargo, no existió diferencia estadística en comparación con el grupo de cabras que fueron alimentadas únicamente con maguey ($P > 0.05$). No obstante, el grupo control fue diferente ($P < 0.05$) con

el grupo de maguey más urea. La media y error estándar de los tratamientos fueron: TC 487 ± 41 g/d, TM 491 ± 57 g/d, TMU 586 ± 67 g/d.

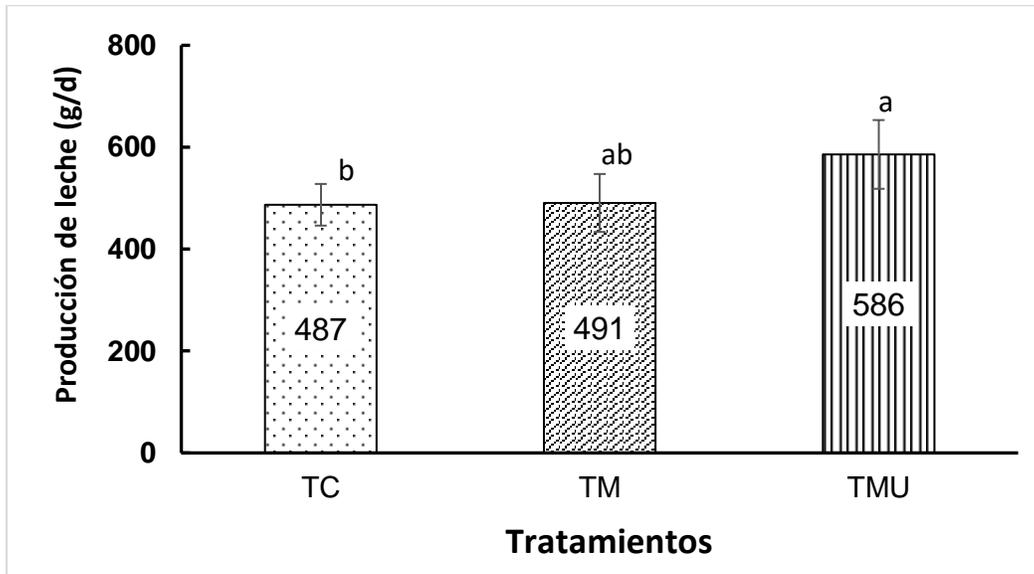


Figura 1. Media y error estándar de la producción de leche diaria en los tratamientos, control sin suplemento (TC, n = 17), suplementado con maguey (TM, n= 15), suplementado con maguey más urea (TMU, n=15), en cabra en pastoreo previo al empadre durante sequía severa. Las literales (ab) indican diferencia estadística significativa entre tratamientos ($P < 0.05$).

Como se puede observar en la Figura 2, la menor pérdida de peso (18 días de suplementación) de cabras en pastoreo previo al empadre, fue en aquellas suplementadas con maguey y urea 2,000 g de maguey. Sin embargo, no existió diferencia estadística en comparación con el grupo de cabras que fueron alimentadas únicamente con maguey ($P > 0.05$). La alternativa de suplementación con maguey más urea, fue diferente a las cabras que no se suplementaron ($P < 0.05$). La media y error estándar de la pérdida de peso en los tratamientos fueron: TC -94 ± 13 g/d, TM -75 ± 14 g/d y TMU -69 ± 14 g/d.

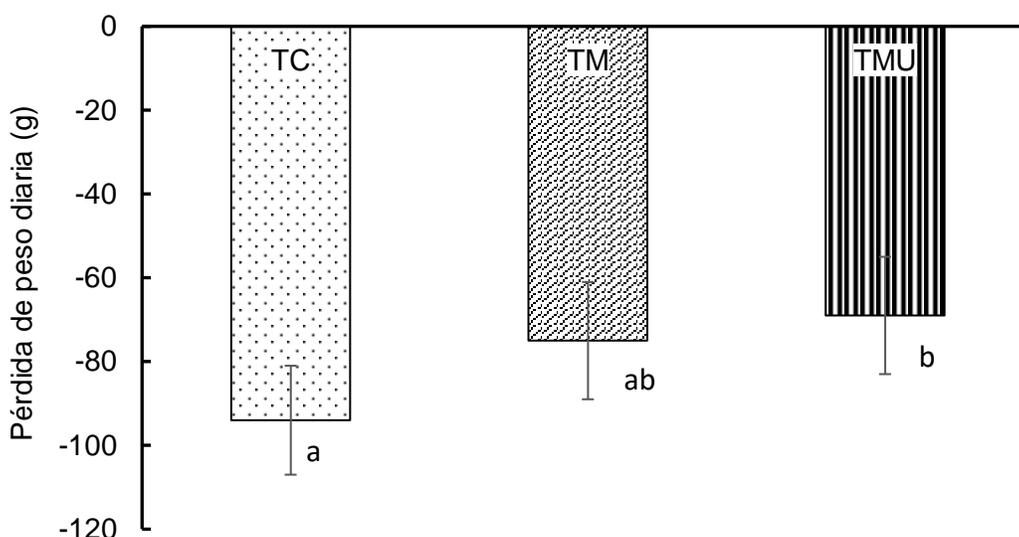


Figura 2. Media y error estándar de la pérdida de peso en tratamiento, control sin suplemento (TC, n = 17), suplementado con maguey (TM, n= 15), suplementado con maguey más urea (TMU, n=15), para cabras en pastoreo durante sequía severa. Las literales (ab) indican diferencia estadística significativa entre tratamientos ($P < 0.05$).

En un estudio realizado por Avilés-Ruiz *et al.* (2017) encontraron que en cabras doble propósito suplementadas con grasa de sobrepaso (de bypass) incrementó el peso vivo y la producción de leche; Lo que está en acuerdo con el presente estudio. Además, en ese estudio el peso vivo se correlacionó positivamente con el contenido de grasa en la leche. Sin embargo, en el presente estudio no se evaluaron los contenidos de la leche. En rebaños caprinos en condiciones extensivas, como en el presente estudio, Urrutia *et al.* (2020), menciona que la producción de leche es en el rango de 0.5 a 0.8 litros por día por cabra, en el presente trabajo solo el TMU alcanzó estar dentro de ese rango (586 g/d). Más allá de los beneficios productivos, la continuidad de estos sistemas de cabras doble propósito en pastoreo, se debe a un profundo sentido de pertenencia hacia los territorios de pastoreo y a una identidad arraigada de los caprinocultores, por ellos debemos continuar en la búsqueda de ofrecer alternativas de alimentación con ingredientes locales de fácil acceso y económicamente viables.

CONCLUSIONES

En las condiciones del presente estudio, agregar urea al maguey 24 horas antes de ofrecerlo como suplemento a cabras, incrementó el contenido de proteína del 3.25 al 12.06 % en base seca. La suplementación con maguey más urea, reduce la pérdida de peso y mantiene la producción de leche previo al empadre en cabras en pastoreo durante sequía severa.

FINANCIAMIENTO: Proyecto titulado “Alternativas de suplementación sustentables para incrementar la producción de leche de cabras en pastoreo durante el periodo de estiaje en el norte-centro de México” con número SIGI 12221936526 (INIFAP).

AGRADECIMIENTOS: Al productor Gabino Hernández Nerio por permitir realizar en su rebaño de cabras el presente estudio, en Charcas, San Luis Potosí.

CONFLICTO DE INTERESES: Los autores declaran que no tienen intereses en competencia relacionado con esta publicación.

REFERENCIAS

- Alcalá-Rico J. S. G. J., Avilés-Ruiz R., Ramos-Cruz C. M., López-Benítez A., García-Gordillo A. (2020). Forraje y suplementación en la alimentación de caprinos del municipio de Bustamante, Tamaulipas. *Ciencia e Innovación*. 3(1): 583-592.
- Avilés-Ruiz R., Cabrera J. A., Delgadillo S. J. A., Vielma S. J., Guzmán L. E., Grimaldo V. E., Flores N. M. J., Hernández H. H. (2017). Feeding Protected Fat to Subtropical Dual-purpose Goats Increases Milk yield, Body weight and is Correlated with Milk fat Content. 2nd World innovative animal nutrition and feeding (wianf) conference.
- Avilés-Ruiz R., Alcalá-Rico J. S. G. J., Barrón-Bravo O.G., Flores-Nájera M.J., Garay-Martínez J.R. (2020). Comercialización de la leche y queso de cabra en pastoreo en el municipio de Bustamante, Tamaulipas. *Ciencia e Innovación*. 3(1): 221-230. <https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Aviles-Ruiz>
- Delgadillo J. A., Cortez M. E., Duarte G., Chemineau P., Malpoux B. (2004). Evidence that the photoperiod controls the annual changes in testosterone secretion, testicular and body weight in subtropical male goats. *Reproduction, Nutrition, Development*. 44:183–193. doi:10.1051/rnd:2004024
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2009). Prontuario de información geográfica municipal. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825224240/702825224240_5.pdf
- Lerma-Reyes I., Mendoza-Martínez G. D., Rojo-Rubio R., Mejía M., García-Lopez J. C., Lee-Rangel H. A. (2018). Influence of supplemental canola or soybean oil on milk yield, fatty acid profile and postpartum weight changes in grazing dairy goats. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 31(2):225-229. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0058>
- Urrutia M.J., Beltrán L.S., Cervantes B.J.F. (2020). Tecnologías para el mejoramiento de la producción caprina extensiva en México. Libro Técnico. INIFAP.
- SAS Institute. (2011). SAS/STAT® 9.4 User's Guide. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. 8640 p.
- SIAP. (2023). <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-pecuaria>, consultado 14 febrero del 2024.