



Memorias del VII Congreso Internacional Abanico Veterinario, Agroforestal, Ambiental, Pesquero, Acuícola y del Mar, 2025

Compiladores: Sergio Martínez González, Fidel Ávila Ramos, Carlos Omar de la Cruz Moreno.

<https://abanicoacademico.mx/congreso/congreso-internacional-abanico-veterinario-agroforestal-y-pesquero/>



Centro de Investigación
en Alimentación y Desarrollo





El Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Abanico Académico y el Centro Educativo de Nayarit Siglo XXI

PRESENTAN LA MEMORIA DEL

VII Congreso Internacional Abanico Veterinario, Agroforestal, Ambiental, Pesquero, Acuícola y del Mar

«La generación, evaluación, difusión, financiación, grupos de investigación, redes y estímulos de la investigación científica agropecuaria, así como la apropiación de la ciencia por la sociedad»

III Panel de Experiencias para Ingreso y Permanencia en el Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT de México

IV Reunión de la Red Internacional Abanico en Ciencias Veterinarias, Agroforestales, Pesqueras y Acuícolas

Expo del Congreso: Posgrados, Editoriales, Revistas Científicas, Index y Comercial. Carteles

Talleres de Diseño experimental y sus pruebas estadísticas

Taller de escritura y redacción de textos académicos

Realizado del 12 al 15 de marzo de 2025 en Unidad de Gestión Tecnológica Nayarit-CIAD del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, y en el Centro Nayarita de Innovación y Transferencia Tecnológica A.C. Tepic, Nayarit, México.

Modalidad Presencial

Coordinador General Dr. Sergio Martínez González, Coordinador de la Sede Dr. Gerardo Torres García y Coordinador Local. Dr. Juan Carlos René Dorantes de la O.

REGISTROS DEL CONGRESO:

En CONSERVET-CONEVET con el Código GEN 014/25. En ABANICO ACADEMICO Clave Congreso 02/2025.

Domicilio: Av. de la Salud entre Av. Aguamilpa y Blvrb. Colosio. Ciudad del Conocimiento, Tepic, Nayarit, México.

<https://abanicoacademico.mx/>



Comité Organizador

Coordinador General. Dr. Sergio Martínez González. 311 1221626.
Coordinador de la Sede. Dr. Gerardo Torres García.
Coordinador Local. Dr. Juan Carlos René Dorantes de la O.
Coordinador Área Ciencias de Medicina Veterinaria y Producción Animal. Dr. Fidel Ávila Ramos.
Coordinador Área Ciencias Agroforestales y Ambientales. Dr. Juan Carlos René Dorantes de la O.
Coordinador Área Ciencias Pesqueras y Acuícolas y del Mar. Dra. Viridiana Peraza Gómez.
Coordinador de la Reunión de la Red Internacional Abanico en Ciencias Veterinarias, Agroforestales, Pesqueras y Acuícolas. Dr. Omar Prado Rebolledo.
Coordinadora del Panel de Experiencias para Ingreso y Permanencia en el Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT de México. Dra. Nallely Rivero Pérez.
Coordinador de Curso Taller Tip's en la escritura y redacción de tesis, artículos científicos, libros y videos académicos. Dr. Adrián Zaragoza Bastida.
Coordinador de la Transmisión en Línea. Ing. Ángel Cabrera González.
Coordinadora de Finanzas, Inscripciones, Constancias y Comprobantes. C. Fabiola Orozco Ramírez. 311 8907144.
Coordinador de Fotografía y Grabación. Ing. Sergio Alejandro Martínez Orozco.
Coordinadora de traducción en vivo. Dra. Socorro Salgado Moreno.

Comité Científico, Editorial, Organizadores y Enlaces:

Presidente del Comité científico. Dr. Sergio Martínez González.
Área Agrícola y Forestal. Dr. Rigoberto Espino Herrera.
Área ciencias Veterinarias. Dr. Fidel Ávila Ramos.
Área Pesqueras, Acuícolas y del Mar. Dr. Sergio Castillo Vargasmachuca.
Dr. Martín Quintana Camargo. INIFAP.
Dra. Norma Zacamo Velázquez. INIFAP.
Dr. Alejandro Ledesma Miramontes. INIFAP.
Dr. Ernesto A Rubio Camacho. INIFAP.
Dr. Edgardo Bautista Ramírez. INIFAP.
Dra. Susana E Ramírez Sánchez. INIFAP.
M en C. Santiago Ruiz Ramírez, INIFAP.
Dr. Manuel de Jesús Bermúdez Guzmán. INIFAP.
Dra. Lorena J Gómez Godínez. INIFAP
Dr. Javier Romo-Rubio. U A de Sinaloa.
Dra. María Gpe Orozco-Benitez. U A de Nayarit.
MC. Socorro Salgado-Moreno. U A de Nayarit.
Dr. Oscar Barrón-Bravo. INIFAP CIRNE Campo Experimental Las Huastecas.
Dr. Carlos Carmona-Gasca. U A de Nayarit.
Dra. Nallely Rivero-Pérez. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.
Dr. Alberto Taylor-Preciado. Centro Univ. de los Altos. U de Guadalajara. México.
Dr. Adrián Zaragoza-Bastida. U A del Estado de Hidalgo. México.
Dra. Esperanza Herrera-Torres. U Juárez del Estado de Durango. México.
Dr. Antonio Hernández-Marin. U de Guanajuato.
Dra. Sandra Iliana Torres-Herrera.
Dr. Pedro A Domínguez-Calleros.



Índice

Área Ciencias de Medicina Veterinaria y Producción Animal	8
2025-01-VET Cambio climático y producción ganadera	9
2025-02-VET Efecto del peso al nacimiento en el desempeño de la cerda hiperprolífica al primer servicio.	14
2025-03-VET Efecto del espesor de grasa dorsal y tasa de crecimiento en el desempeño reproductivo de la cerda hiperprolífica al primer servicio	16
2025-04-VET Efecto del índice de temperatura y humedad en el desempeño de la cerda hiperprolífica al primer servicio.	18
2025-05-VET Identificación de <i>Escherichia coli</i> O157:H7 productora de toxina Shiga 1 y 2 por PCR (punto final), en rumiantes del centro norte de Zacatecas México.	20
2025-06-VET Composición bromatológica y digestibilidad in vitro de vainas de <i>Leucaena</i> como potencial alimento para ovinos.	22
2025-07-VET Prevalencia de varroa en colonias de abejas melíferas de la península de Yucatán.	23
2025-08-VET Presencia de plaguicidas en miel y cera de abejas melíferas del estado de Yucatán.	24
2025-09-VET Calidad fermentativa y nutricional de ensilados de maíz adicionados con calabaza.	25
2025-10-VET Cambios estacionales en el consumo de la dieta seleccionada por bovinos en pastoreo en una pradera de clima templado	26
2025-11-VET Modulación de la prolificidad de cerdas multíparas en producción intensiva por factores no genéticos.	27
2025-12-VET <i>Eucalyptus cinerea</i> como inhibidor de la eclosión de <i>Haemonchus contortus</i> resistente a Ivermectina.	28
2025-13-VET Diluyentes y calidad espermática del semen ovino refrigerado.	30
2025-14-VET Aceite esencial de <i>Schinus molle</i> L. como inhibidor de la eclosión de huevos de nematodos gastrointestinales de cabra.	33
2025-15-VET Cambios en el perfil citológico vaginal en la pubertad de cabras Alpinas.	35
2025-16-VET Efecto de época, color de pelaje, año de nacimiento, semental y vaca sobre los pesos al nacer y al destete en ganado Angus en confinamiento parcial en zonas áridas.	42
2025-17-VET El uso de la soya como suplemento modifica la producción de leche de cabras en pastoreo.	48
2025-18-VET Parámetros reproductivos en bovinos de sistema familiar-traspatio.	53
2025-19-VET Potencial mecanismo de acción de una formulación multi-herbal sobre <i>Escherichia coli</i> asociado a mastitis bovina.	59
2025-20-VET Termorregulación de corderos Blackbelly nacidos de ovejas estresadas por calor en un ambiente tropical.	60
2025-21-VET Efecto de la temporada de sequía en el comportamiento de pastoreo de ovejas Blackbelly estresadas por calor.	62
2025-22-VET Aceite esencial de <i>Mentha piperita</i> : una alternativa ixodicida contra <i>Rhipicephalus microplus</i> .	64
2025-23-VET Aislamiento de <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> en muestras de vacas con mastitis en unidades de producción de lechería en el Estado de Hidalgo.	65
2025-24-VET Actividad anticoccidial del aceite esencial de <i>Lippia graveolens</i> contra <i>Eimeria</i> spp. in vitro.	66
2025-25-VET Detección molecular de agentes infecciosos en bovinos de Chihuahua.	68
2025-26-VET Distribución temporal de la rabia paralítica bovina en México: 2017 a 2023.	72
2025-27-VET Análisis comparativo de los mecanismos de resistencia antimicrobiana de <i>Corynebacterium pseudotuberculosis</i> .	73
2025-28-VET Efecto del origen del líquido ruminal sobre la digestibilidad in vitro.	78
2025-29-VET Viabilidad de embriones de <i>Apis mellifera</i> post-decorionización química usando el sistema de cultivo in vitro seco-húmedo.	85
2025-30-VET Evaluación del consumo voluntario y las variables productivas en ovejas lecheras	90



suplementadas con zeolita.	
2025-31-VET Digestibilidad in vitro de una dieta de mantenimiento con dos niveles de zeolita.	97
2025-32-VET Calidad de miel elaborada por tres subespecies de <i>Apis Mellifera</i> L.	104
2025-33-VET Evaluación cicatrizante de miel de abeja obtenida de <i>Prosopis glandulosa</i> en heridas.	105
2025-34-VET Evaluación farmacológica de la actividad antinociceptiva del ajo Snow Mountain a nivel preclínico.	106
2025-35-VET Evaluación de la respuesta humoral de la vacuna de subunidades PLD y CP40 en un modelo murino frente a <i>Corynebacterium pseudotuberculosis ovis</i> .	107
2025-36-VET Análisis de los mecanismos de resistencia antimicrobiana de <i>Corynebacterium pseudotuberculosis</i> .	113
2025-37-VET Análisis de prácticas tecnológicas en ranchos ganaderos en el municipio de Medera, Chihuahua	118
2025-38-VET Evaluación de la azaperona vía intranasal para reducir el estrés en cerdos postcastración.	124
2025-39-VET Los insectos como alimentos alternos para consumo humano: revisión.	130
2025-40-VET Identificación y control de <i>Syphacia</i> spp. en bioterios de la UAZ.	137
2025-41-VET Una revisión del uso del veneno de abeja en la salud humana.	139
2025-42-VET Tendencias de investigación en la Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias (2020-2024).	145
2025-43-VET Pertinencia de la evaluación con base a progresiones de aprendizaje en Medicina veterinaria.	150
2025-44-VET Progresiones de aprendizaje en la Medicina Veterinaria, ¿moda, transformación o solución?	156
2025-45-VET Composición química del excremento entero, composta y lixiviado de la cama de Cuyes.	163
2025-46-VET Descripción de la producción de carne de caprino en Guanajuato. Una revisión.	164
2025-47-VET Caracterización de las unidades de producción de bovinos y su prevalencia de garrapata <i>Rhipicephalus microplus</i> .	165
2025-48-VET Calidad sanitaria del ceviche de pescado que se expende en la ciudad de Compostela Nayarit.	172
2025-49-VET Prevalencia de la leptospirosis en bovina en Nayarit México.	176
2025-50-VET Las heces de perros domésticos, un problema de salud pública en un fraccionamiento.	182
2025-51-VET Estudio cuantitativo y cualitativo de bacterias asociadas al ciego de conejo (<i>Oryctolagus cuniculus</i>) raza azteca negro.	184
2025-52-VET Exposición subaguda y crónica de enrofloxacin para evaluar genotoxicidad y citotoxicidad en un modelo in vivo de ratón, mediante la prueba de micronúcleos.	185
2025-53-VET Factores que afectan la calidad del calostro bovino de primer ordeño: acidificación de las vacas.	187
2025-54-VET Presencia y circulación de agentes zoonóticos bacterianos en mamíferos silvestres de pequeño tamaño del municipio de Villeta, Colombia.	193
2025-55-VET Expresión de la Hormona Anti-Mülleriana en Bovinos de Carne (<i>Bos taurus</i> y <i>Bos indicus</i>) del Sureste de México.	196
2025-56-VET Corridas de homocigosidad y cálculo de consanguinidad genómica en ganado cebú bajo condiciones de pastoreo en el trópico subhúmedo de la península de Yucatán.	201
2025-57-VET Estudio de Asociación de Genoma Completo Para la Reserva Ovárica en Ganado Cebú Bajo Condiciones de Pastoreo en el Trópico Subhúmedo de la Península de Yucatán.	206



2025-58-VET Evaluación de la presencia de biomarcadores de genotoxicidad y citotoxicidad en eritrocitos de lechones de cerdo pelón mexicano (<i>Sus scrofa</i>), para proponerlo como posible bioindicador de genotóxicos ambientales.	211
2025- 59-VET <i>Cryptosporidium</i> spp.: prevalencia en ganado bovino en una localidad de la Costa Chica en el estado de Guerrero, México.	213
2025-60-VET Importancia de las enfermedades zoonóticas en la relación con nuestras mascotas: Un Enfoque en Perros.	214
Área Ciencias Agroforestales y Ambientales	216
2025-01-AF Actividad de <i>Streptomyces</i> sp. frente a <i>Macrophomina phaseolina</i>	217
2025-02-AFA Aplicación de abonos fermentados y su efecto sobre variables de calidad en el fruto.	218
2025-03-AFA Agua electrolizada en el control del cáncer bacteriano en el cultivo de tomate (<i>Solanum Lycopersicum</i>).	219
2025-04-AFA Extracción de candelilla con ácidos blandos y aceite mineral.	220
2025-05-AFA Establecimiento de la línea base en el contenido de carbono orgánico en el suelo de un pastizal mediano abierto al noreste del estado de Durango.	222
2025-06-AFA Estimación del rendimiento en maíz forrajero usando variables morfométricas.	228
2025-07-AFA Aislamiento e identificación de microorganismos de <i>Agave durangensis</i> .	234
2025-08-AFA Evaluación de nuevas variedades de frijol y tecnologías de producción para el altiplano semiárido de México.	235
2025-09-AFA Estudio de caso: Insecticidas altamente peligrosos utilizados en la agricultura en el ejido Candelaria, José María Morelos, Quintana Roo.	241
2025-10-AFA Análisis comparativo de la organización comunitaria y su vinculación en la conservación en tres áreas naturales protegidas.	246
2025-11-AFA Usos, ecología y diversidad morfológica de maíces nativos en Las Altas Montañas de Veracruz, México	250
2025-12-AFA Cruzas dialélicas para el mejoramiento genético de caracteres fisiológicos de semilla de soya.	252
2025-13-AFA Mejora del rendimiento de cultivos agrícolas utilizando acolchados.	258
2025-14-AFA Huella de carbono en la producción de avena.	260
2025-15-AFA Análisis de temperatura en el Lombricario V100 y parámetros de lixiviados a base de estiércol de bovino.	261
2025-16-AFA Estado de conservación del bosque de manglar del sistema lagunar costero de mandinga, Veracruz	267
2025-17-AFA Respuesta de nuevos híbridos de maíz (<i>Zea mays</i> L.) para la zona de transición y de subtropico de México.	268
2025-18-AFA Factores asociados con la presencia de latencia en semilla de Teocintle (<i>Zea</i> spp.).	275
2025-19-AFA Distribución potencial de <i>Cronartium conigenum</i> en el Parque Nacional la Malinche, México.	279
2025-20-AFA Evaluación de la bioefectividad de extractos etanólicos de árnica (<i>Heterotheca inuloides</i> Cass).	283
2025-21-AFA Efecto de la fermentación en estado sólido con <i>Aspergillus oryzae</i> sobre contenido de flavonoides y taninos condensados en granos de cebada.	285
2025-22-AFA Eficacia de las cepas de <i>Bacillus</i> en el control biológico de <i>Alternaria</i> y <i>Colletotrichum</i> en cítricos.	286
2025-23-AFA Aplicación de biofertilizantes a base de efluentes dulceacuícolas y microalgas en el desarrollo agronómico y productivo de maíz (<i>Zea mayz</i> L.).	292



2025-24-AFA Efecto de la biofertilización a base de efluentes dulceacuícolas y microalgas sobre la productividad y calidad del cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.).	293
2025-25-AFA Variabilidad genética entre poblaciones de <i>Acacia schaffneri</i> , mediante marcadores RAPDs.	294
2025-26-AFA Características fisiológicas de variedades nativas de maíz en el sureste de México.	295
2025-27-AFA Efecto del extracto del alga <i>Ascophyllum nodosum</i> en la germinación de semillas de Maíz.	298
2025-28-AFA Envejecimiento acelerado por imbibición en semillas de maíz.	300
2025-29-AFA Caracterización de la producción de fresa en Irapuato, Guanajuato.	301
2025-30-AFA Análisis catastral mediante sensores remotos en la ciudad de Durango, Dgo	302
2025-31-AFA Análisis de la cobertura forestal en predios certificados y no certificados mediante sensores remotos en el bosque templado del estado de Durango.	308
2025-32-AFA Estimación de la biomasa aérea y carbono mediante sensores remotos en el ejido el brillante, pueblo nuevo, Dgo.	312
2025-33-AFA Análisis del patrón de actividad en mamíferos en relación con las fases lunares al noroeste del estado de Durango.	314
2025-34-AFA Estimación de la demanda hídrica del cultivo de mango mediante sensores remotos en Escuinapa, Sinaloa.	320
2025-35-AFA Caracterización y acondicionamiento de biofibras de <i>Hibiscus sabdariffa</i> .	321
Área Ciencias Pesqueras, Acuícolas y del Mar	324
2025-01-PAM Resiliencia cultural y biológica del ajolote: Entre la tradición gastronómica y la conservación.	325
2025-02-PAM <i>Dormitator latifrons</i> : Una deuda pendiente en la investigación científica frente al cambio climático.	327
2025-03-PAM Resiliencia amenazada: Impactos del cambio climático y actividades humanas en el langostino nativo <i>Macrobrachium tenellum</i> .	329
2025-04-PAM Efecto de diferentes densidades de siembra en el crecimiento, sobrevivencia y parámetros sanguíneos del <i>Dormitator latifrons</i> en la producción de acelga (<i>Beta vulgaris</i> var. cicla) en un sistema acuapónico a pequeña escala.	331
2025-05-PAM Efecto de diferentes dietas vivas sobre el crecimiento y supervivencia en <i>Ambystoma mexicanum</i> post eclosión.	332
2025-06-PAM Obtención de un índice biométrico para juveniles y adultos de <i>Holothuria inornata</i> (SEMPER, 1868)	333
2025-07-PAM Efectos de la criopreservación en el esperma de abulón rojo <i>Haliotis rufescens</i> : Evaluación tras 20 años de almacenamiento.	334
2025-08-PAM Expansión e impacto de <i>Cherax quadricarinatus</i> en Nayarit, México: Nuevos registros de traslocación y establecimiento en dos cuerpos de agua.	340
2025-09-PAM El análisis de la tendencia de la biomasa de zooplancton colectada en las tres entradas de agua marina de la laguna de Cuyutlán durante el periodo 2022 y 2023.	342
2025-10-PAM Las mujeres en el sector acuícola en México.	343
2025-11-PAM Parásitos en Tilapia Reportados en México.	344
Conferencias Magistrales, Conferencias, Talleres, Reuniones, Paneles.	345
Metabolismo de carbohidratos y acumulación de lípidos en embriones bovinos cultivados in vitro, desarrollados in vivo y en sistemas combinados.	346
Uso de Cromatografía de Pfeiffer como alternativa en el análisis cualitativo de suelos y compostas.	350



Área Ciencias de Medicina Veterinaria y Producción Animal



2025-01-VET
Cambio climático y producción ganadera

Gerardo Juárez Corral

Universidad Juárez del Estado de Durango
Correo electrónico: gerardojuarezcorral@gmail.com

Introducción (objetivo y metodología)

La pregunta guía fue ¿cuál han sido el impacto de la producción ganadera en el cambio climático y cómo ha sido su aporte a este problema global; es determinante y definitivo en la emisión de los Gases de Efecto Invernadero (GEI)?

El presente estudio tuvo como objetivo principal identificar y revisar la participación de la ganadería en el cambio climático.

Se realizó una revisión literaria de información y datos relevantes sobre el tema, seleccionado aquella que fuera pertinente al estudio y que permitiera explicar e interpretar las formas, características y propiedades del objeto de estudio.

Se entiende como “*cambio climático*” lo establecido en el artículo 3 de la Ley General del Cambio Climático (LGCC), “... *variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables ...*” (LGCC, 2012).

Los GEI, según el artículo 3 de la LGCC son “... *aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación infrarroja ...*”

El principal GEI es el dióxido de carbono con 67%, seguido por el metano con 24%, y el óxido nitroso con 6%; el resto corresponde a gases fluorados de efecto invernadero. (SEMARNAT-INECC, 2022).

Para entender la lógica del cambio climático y la participación de la ganadería, se plantearon los marcos internacional y nacional, directrices, evaluaciones, metodologías y estadísticas.

Antecedentes (Marcos internacional y nacional del cambio climático)

Se destacan cuatro acciones internacionales relacionadas con el cambio climático y su mitigación: 1) en 1992, la Organización de las Naciones Unidas (ONU), creó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), cuyo marco de acción fue “... *establecer las bases para la acción internacional conjunta en cuanto a mitigación y adaptación al cambio climático ...*” y su objetivo fue estabilizar la concentración de los GEI, que impida alteraciones en el sistema climático (ONU, s/a); 2)



el Protocolo de Kioto fue adoptado en 1997, pero entró en vigencia hasta el año de 2005; creado para reducir las emisiones de GEI, es un “... *instrumento para poner en práctica lo acordado en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático...*” (SEMARNAT, 2016); 3) el Acuerdo de París, que entró en vigencia el año de 2016, fue un acuerdo en donde se declararon los compromisos y las responsabilidades de 193 países para reducir las emisiones de GEI y limitar el aumento de la temperatura global en este siglo entre 1.5° y 2°C (ONU, s/a) y 4) En 2015, la Cumbre de la Naciones Unidas aprobó la denominada Agenda 2030, que se integró con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas, entre los que se encontraron los relativos a responder al cambio climático y mantener los recursos naturales. La evaluación realizada en septiembre de 2019, por el Foro Político de Alto Nivel, señaló que el mundo está “*fuera de camino*” hacia el cumplimiento de los ODS; se informó que el mundo no iba a cumplir la mayoría de las metas de los ODS (FAO, 2020).

En el año 2022, México publicó un informe sobre la Actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, 1990-2019, como país signatario de la CMNUCC; se informó que “*Las emisiones de GEI en el país ascendieron a 736.6 millones de toneladas de CO₂ equivalente en 2019...de las cuales la mayor contribución se debe a las actividades de generación de energía eléctrica con 23.3%, seguida por el autotransporte con 18.5% y ganadería de bovinos con 13.2%...*” (el resto corresponden al vapor de agua y al ozono) (SEMARNAT-INECC, 2022).

En octubre de 2023, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), publicó un informe denominado “*El Estado y Perspectivas del Cambio Climático en México: un Punto de Partida*” el cual indicó que “... *durante el periodo 1975-2021, el país mostró tasas de calentamiento de 2°C a 4°C por siglo en gran parte de su territorio. Las distintas bases de datos coinciden en que las tasas de calentamiento observadas han sido mayores en el norte del país...*” La zona norte del país alcanzó en el mismo periodo la mayor tasa de calentamiento (6°C) y la región sureste los 5°C (Estrada, F.; et. al, 2023).

La precipitación anual, según el informe de la UNAM, el promedio del país “... *ha aumentado a una tasa de 3.1 (2.4-3.8) mm/mes por siglo desde inicios del siglo XX. El cambio climático ha modificado la distribución de la precipitación entre las estaciones del año con incrementos significativos en verano y otoño...la precipitación ha disminuido en regiones del norte del país y ha aumentado en el centro y sur.*” (Estrada, F.; et. al, 2023).

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) (Reportes anuales 2015-2021), reportaron temperaturas alcanzadas de 2015 a 2021 con respecto a la temperatura media del periodo 1981-2010, entre 1.1° y 1.6° por encima del promedio anual.



Resultados y discusión (Impactos del cambio climático)

En México, los bovinos de carne emitieron aproximadamente 43.5 millones de toneladas de CO₂e por año, con una población de poco más de 36 millones de cabezas para el año de 2022 (SIAP, 2022), se emitieron 1.21 toneladas de CO₂e por cabeza ese año (Jurado, P.; et. al., 2022).

Las emisiones del metano (CH₄) fueron producidas por los procesos metabólicos de los rumiantes; estas “... *emisiones de metano asociadas a la fermentación entérica en 2019 se estimaron en 82,287.31 Gg CO₂e, las cuales muestran un incremento de 9.93% respecto al año 1990...*”; lo cual constituyó el 95% de la fermentación entérica de los bovinos (SEMARNAT-INECC, 2022).

El impacto principal en la ganadería es la sequía, cuya consecuencia es la muerte y reducción del hato; además, en la disminución del peso corporal y la tasa de reproducción. En 2023, más del 80% del territorio nacional se vio afectado por algún nivel de sequía, con 51% del país encontrándose en las categorías de severa a excepcional; se estimó que el 50% del hato se encontraba en estas condiciones (Ganadería.com, 2023).

Las altas temperaturas afectan la nutrición, fertilidad y bienestar del ganado, provocado por el estrés calórico, que aumenta la frecuencia cardíaca, la temperatura corporal y la respiración del animal.

Además, del incremento de la temperatura ambiental, el cambio climático provoca sequías, calentamiento de los océanos, enfermedades en la población, entre otros.

El costo solo por inundaciones, afirmó el INECC (2018), sería aproximadamente de 130 millones de dólares y estimó que para el año 2080 el costo aumentaría a 2 mil millones de dólares por año; además, de la presencia de enfermedades en la población como el dengue, gastrointestinales y enfermedades provocadas por el golpe de calor.

Existen diversas alternativas y acciones para lograr en el mediano y largo plazos una ganadería sustentable: alimentación estratégica (nutrición), manejo eficiente de la genética y reproducción animal, ajuste de la carga animal en los agostaderos (evitar el sobre pastoreo); Sistema de Ganadería Silvopastoril; incremento de la productividad ganadera. “*La Plataforma Mexicana del Carbono (MEXICO2) promueve la compra voluntaria de carbono y puede ser una opción para ranchos ganaderos en México ...*”. Apoya proyectos y acciones para proteger y aumentar el capital natural y social del país, según el IECC (2013).

Conclusiones

La ganadería mexicana forma parte de las entidades que colabora con el cambio climático, a la vez sufre los impactos negativos de este problema mundial.



Se destacan las acciones que deben promoverse en la ganadería, planteadas por la Plataforma Mexicana de Carbono, como son, el desarrollo universal de proyectos de captura de metano en unidades de producción particularmente en bovinos y porcinos; utilización de digestores para la captura y quema de biogás que evite la liberación a la atmósfera, rellenos sanitarios y reforestación, entre otras, como el desarrollo de los sistemas silvopastoriles, el equilibrio de nutrientes en rumiantes, principalmente y la obtención de crías, a partir de parámetros genéticos de mayor resistencia a las extremidades y cambios climáticos, para conseguir una mayor resiliencia.

Bibliografía

Agenda 2030 en América Latina y El Caribe. Foro político de alto nivel. Consultado en <https://agenda2030lac.org/es/foro-politico-de-alto-nivel>

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) Servicio Meteorológico Nacional (2015). Reporte del clima en México. (Reportes anuales 2015-2021). Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional Gerencia de Meteorología y Climatología Subgerencia de Pronóstico a Mediano y Largo Plazo. <https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Climatolog%C3%ADa/Diagn%C3%B3stico%20Atmosf%C3%A9rico/Reporte%20del%20Clima%20en%20M%C3%A9xico/Anual2015.pdf>.

Estrada, F.; Zavala, J.; Martínez, A.; Raga, G.; Gay, C.; Lee, W. H. (coordinador de la Investigación Científica de la UNAM) (coordinadores) (2023). Estado y perspectivas del cambio climático en México. Un punto de partida. UNAM, Programa de Investigación en Cambio Climático; primera edición, octubre de 2023.

Ganadería.com (2023). En la opinión... de Juan Carlos Ayala: la sequía y sus repercusiones en la ganadería mexicana. Redacción ganadera, 6 de noviembre de 2023.

Ganadería.com (2023). La situación de sequía continúa amenazando a la ganadería; pérdidas de bovinos, reducción de hatos y presas semi vacías. Redacción Ganadera, 31 de octubre de 2023.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) (2013). Lanzamiento de México CO2, Plataforma Mexicana de Carbono. 26 de noviembre de 2013; consultado en <https://www.gob.mx/inecc/prensa/lanzamiento-de-mexico-co2-plataforma-mexicana-de-carbono#:~:text=La%20Plataforma%20Mexicana%20de%20Carbono,natural%20y%20social%20de%20M%C3%A9xico>.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) (2018). Causas del cambio climático. Gobierno de México, 18 de mayo de 2018; consultado en <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/causas-del-cambio->



2025-02-VET

Efecto del peso al nacimiento en el desempeño de la cerda hiperprolífica al primer servicio

Effect of birth weight on the performance of hyperprolific sows at first service

Laura Espinoza Aguirre^{1*} [ID](#), Jesús Portillo Loera¹ [ID](#), Juan Romo Valdez¹ [ID](#), Ana Romo Valdez¹ [ID](#), Ulises López Arroyo¹ [ID](#), Javier Romo Rubio^{1} [ID](#)**

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa; *Autor responsable: Laura F. Espinoza Aguirre (lauraespinoza448@gmail.com); **Autor de correspondencia: Romo-Rubio Javier (romo60@uas.edu.mx). Boulevard San Ángel 3080, Fraccionamiento San Benito, Culiacán Rosales, Sinaloa, México; CP 80246. lauraespinoza448@gmail.com, portillo6422@uas.edu.mx, romo_14@hotmail.com, e.ana.romo@uas.edu.mx, uliseslopezarroyo@gmail.com, romo60@uas.edu.mx

Resumen

Con el objetivo de determinar la influencia del peso al nacimiento (PN) en el desempeño de la cerda hiperprolífica al primer servicio se realizó un estudio observacional prospectivo comparativo. Se utilizaron 680 lechonas de la línea PIC Camborough® preseleccionadas como futuras reproductoras desde el momento del nacimiento. Las lechonas fueron clasificadas en cuatro grupos de acuerdo con su PN (≤ 1.1 , 1.2 a 1.4, 1.5 a 1.6 y ≥ 1.7 kg). Los datos se analizaron con Ji cuadrada y ANDEVA ($p \leq 0.05$). Las lechonas con PN ≤ 1.1 kg tuvieron una tasa de selección menor a los 148 d de edad (62.4 vs. 75, 79.3 y 75.2%; $p = 0.003$), una tasa de crecimiento (TC) baja desde el nacimiento hasta los 148 d de edad (0.423 vs. 0.447, 0.477 y 0.462 kg/d; $p = 0.001$) y al momento del primer servicio (0.578 vs. 0.597, 0.614 y 0.627) y edad mayor al primer servicio (263.4 vs. 249.5, 251.9 y 249.4 d; $p = 0.003$) en comparación con las que tuvieron un PN de 1.2 a 1.4, 1.5 a 1.6 y ≥ 1.7 kg, respectivamente. El PN no influyó en la edad a la pubertad y en general, la tasa de primerizas servidas dentro de los 262 d de edad fue baja (24.3%), con tendencia ($p = 0.11$) a elevarse en las primerizas con PN ≥ 1.2 kg. Los resultados observados permiten concluir que las lechonas preseleccionadas con PN ≤ 1.1 kg tienen una tasa de retención menor, disminuye su TC y son servidas a una edad mayor.

Palabras clave: Cerda primeriza, peso al nacimiento, tasa de crecimiento, pubertad.

Abstract

To determine the influence of birth weight (BW) on the performance of hyperprolific sows at first service, a prospective comparative observational study was conducted. Six hundred eighty piglets from the PIC Camborough® were used, preselected as future breeders from the moment of birth. The piglets were classified into four groups



according to their BW (≤ 1.1 , 1.2 to 1.4, 1.5 to 1.6 and ≥ 1.7 kg). The data were analyzed with Chi-square and ANOVA ($p \leq 0.05$). Pigs with BW ≤ 1.1 kg had a lower selection rate at 148 d of age (62.4 vs. 75, 79.3 and 75.2%; $p = 0.003$), a low growth rate (GR) from birth to 148 d of age (0.423 vs. 0.447, 0.477 and 0.462 kg/d; $p = 0.001$) and at first service (0.578 vs. 0.597, 0.614 and 0.627), and an older age at first service (263.4 vs. 249.5, 251.9 and 249.4 d; $p = 0.003$) compared to those with BW 1.2 to 1.4, 1.5 to 1.6 and ≥ 1.7 kg, respectively. BW did not influence age at puberty and, in general, the rate of gilts served within 262 d of age was low (24.3%), with a tendency ($p = 0.11$) to increase in gilts with BW ≥ 1.2 kg. The observed results allow us to conclude that preselected piglets with BW ≤ 1.1 kg have a lower retention rate, a lower GR and are served at an older age.

Keywords: gilt, birth weight, growth rate, puberty.



2025-03-VET

Efecto del espesor de grasa dorsal y tasa de crecimiento en el desempeño reproductivo de la cerda hiperprolífica al primer servicio

Effect of backfat thickness and growth rate on the reproductive performance of the hyperprolific sow at first service

Laura Espinoza Aguirre^{1*} [ID](#), Jesús Portillo Loera¹ [ID](#), Juan Romo Valdez¹ [ID](#), Ana Romo Valdez¹ [ID](#), Ulises López Arroyo¹ [ID](#), Javier Romo Rubio^{1} [ID](#)**

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa; *Autor responsable: Laura F. Espinoza Aguirre (lauraespinoza448@gmail.com); **Autor de correspondencia: Romo-Rubio Javier (romo60@uas.edu.mx). Boulevard San Ángel 3880, Colonia San Benito, Culiacán Rosales, Sinaloa, México; CP 80246. lauraespinoza448@gmail.com, portillo6422@uas.edu.mx, romo_14@hotmail.com, e.ana.romo@uas.edu.mx, uliseslopezarroyo@gmail.com, romo60@uas.edu.mx

Resumen

Con el objetivo de determinar la influencia de la tasa de crecimiento (TC) y espesor de grasa dorsal (EGD) en el desempeño de la cerda hiperprolífica al primer servicio se realizó un estudio observacional prospectivo comparativo. Se utilizaron 178 lechonas de la línea PIC Camborough® preseleccionadas como futuras reproductoras desde el momento del nacimiento. Las lechonas fueron clasificadas en cuatro grupos de acuerdo con su TC desde el nacimiento hasta los 148 d de edad (≤ 0.400 , 0.401 a 0.500, 0.501 a 0.600 y ≥ 0.601 kg/d); en cuatro grupos de TC desde el nacimiento hasta el momento del primer servicio (≤ 0.500 , 0.501 a 0.600, 0.601 a 0.700 y ≥ 0.701 kg/d) y en cuatro grupos de EGD al momento del primer servicio (≤ 10 , 10.5 a 12.5, 13 a 15 y ≥ 15.5 mm). A los datos de desempeño reproductivo por TC y EGD se analizaron con ANDEVA ($p \leq 0.05$). Las cerdas con TC ≥ 0.501 kg/d desde el nacimiento hasta los 148 d de edad presentaron la pubertad a edad menor (213 vs. 229 y 237 d) y al servicio (231 vs. 272 y 255 d) respecto de las que tuvieron entre 0.401 a 0.500 y ≤ 0.400 kg/d ($p = 0.001$). Las cerdas con TC ≤ 0.500 kg/d desde el nacimiento hasta el momento del servicio presentaron la pubertad a una edad mayor (255 vs. 231, 217 y 209 d; $p = 0.001$), y edad mayor al servicio (309 vs. 263, 239 y 220 d; $p = 0.001$), respecto a aquellas con TC de 0.501 a 0.600, 0.601 a 0.700 y ≥ 0.701 kg/d. Las cerdas con TC ≤ 0.600 kg/d tuvieron menor EGD al momento del servicio (13 vs. 15 y 15.5 mm) respecto de aquellas con TC de 0.601 a 0.700 y ≥ 0.701 kg/d. Las cerdas con EGD ≥ 15.5 mm al momento del servicio presentaron la pubertad a edad menor (217 vs. 226, 227 y 239 d; $p = 0.03$), respecto de las que tuvieron 13 a 15, 10.5 a 12.5 y ≤ 10 mm. Los resultados observados permiten concluir que las cerdas primerizas con TC menor a los 0.601 kg/d tienen menor EGD al momento del servicio y presentan la pubertad y son servidas a edad tardía.



Palabras clave: Cerda primeriza, tasa de crecimiento, espesor de grasa dorsal, pubertad.

Abstract

To determine the influence of growth rate (GR) and backfat thickness (BFT) on the performance of hyperprolific sows at first service, a prospective comparative observational study was conducted. One hundred and seventy-eight PIC Camborough® piglets preselected as future breeders from birth were used. The piglets were classified into four groups according to their GR from birth to 148 d of age (≤ 0.400 , 0.401 to 0.500, 0.501 to 0.600 and ≥ 0.601 kg/d); in four GR groups from birth to first service (≤ 0.500 , 0.501 to 0.600, 0.601 to 0.700, and ≥ 0.701 kg/d) and in four BFT groups at first service (≤ 10 , 10.5 to 12.5, 13 to 15, and ≥ 15.5 mm). Reproductive performance data by GR and BFT were analyzed with ANOVA ($p \leq 0.05$). Sows with GR ≥ 0.501 kg/d from birth to 148 d of age presented puberty at a younger age (213 vs. 229 and 237 d) and at service (231 vs. 272 and 255 d) compared to those with GR between 0.401 to 0.500 and ≤ 0.400 kg/d ($p = 0.001$). Sows with a GR ≤ 0.500 kg/d from birth to service had puberty at an older age (255 vs. 231, 217, and 209 d; $p = 0.001$) and older age at service (309 vs. 263, 239, and 220 d; $p = 0.001$) than those with GR of 0.501 to 0.600, 0.601 to 0.700, and ≥ 0.701 kg/d. Sows with a GR ≤ 0.600 kg/d had lower BFT at service (13 vs. 15 and 15.5 mm) than those with GR of 0.601 to 0.700 and ≥ 0.701 kg/d. Sows with BFT ≥ 15.5 mm at service presented puberty at an earlier age (217 vs. 226, 227 and 239 d; $p = 0.03$), compared to those with 13 to 15, 10.5 to 12.5 and ≤ 10 mm. The observed results allow to conclude that first-time sows with GR less than 0.601 kg/d have lower BFT at service and present puberty and are served at a later age.

Keywords: Gilt, growth rate, backfat thickness, puberty.



2025-04-VET

Efecto del índice de temperatura y humedad en el desempeño de la cerda hiperprolífica al primer servicio

Effect of temperature and humidity index on the performance of hyperprolific sows at first service

Laura Espinoza Aguirre^{1*} [ID](#), Jesús Portillo Loera¹ [ID](#), Juan Romo Valdez¹ [ID](#), Ana Romo Valdez¹ [ID](#), Ulises López Arroyo¹ [ID](#), Javier Romo Rubio^{1} [ID](#)**

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa; *Autor responsable: Laura F. Espinoza Aguirre (lauraespinoza448@gmail.com); **Autor de correspondencia: Romo-Rubio Javier (romo60@uas.edu.mx). Boulevard San Ángel 3880, Colonia San Benito, Culiacán Rosales, Sinaloa, México; CP 80246. lauraespinoza448@gmail.com, portillo6422@uas.edu.mx, romo_14@hotmail.com, e.ana.romo@uas.edu.mx, uliseslopezarroyo@gmail.com, romo60@uas.edu.mx

Resumen

Con el objetivo de determinar la influencia del índice de temperatura y humedad (ITH) en el desempeño de la cerda hiperprolífica al primer servicio, criada en ambiente cálido, se realizó un estudio observacional prospectivo comparativo. Se utilizaron 497 cerdas primerizas de la línea PIC Camborough® preseleccionadas como futuras reproductoras desde el momento del nacimiento. Las lechonas fueron clasificadas en tres grupos de índice de temperatura y humedad (ITH), en el que estuvieron desde los 84 a 148 d y desde los 149 a los 268 d de edad (≤ 74 , $>74 < 78$ y $\geq 78 < 84$). A los datos de desempeño se les aplicó ANDEVA ($p \leq 0.05$). En las primerizas que estuvieron en un ITH ≥ 74 entre los 84 y 148 d de edad se observó una edad mayor a la pubertad (235 vs. 215 d; $p = 0.001$) y al servicio (268 vs. 238 d; $p = 0.001$) respecto de las que estuvieron en un ITH ≤ 74 ; de igual manera, las cerdas en un ITH ≥ 74 entre los 149 y 268 d de edad se incrementó la edad a la pubertad (239 vs. 220 d; $p = 0.008$) y la edad al servicio (268 vs. 247 d; $p = 0.001$). Los resultados observados permiten concluir que un ITH ≥ 74 disminuye la tasa de crecimiento, retarda la edad a la pubertad y al servicio en las cerdas primerizas. Esta variable debe ser considerada en un programa de selección y manejo de cerdas primerizas hiperprolíficas, criadas en ambientes cálidos, con el objetivo de elevar el porcentaje de primerizas servidas a una edad menor a los 240 d.

Palabras clave: Cerda primeriza, tasa de crecimiento, ITH, pubertad, edad al servicio.

Abstract

To determine the influence of temperature and humidity index (THI) on the performance of hyperprolific sows at first service, reared in a warm environment, a prospective



comparative observational study was conducted. Four hundred ninety-seven first-time sows from the the PIC Camborough® line preselected as future breeders from the moment of birth were used. The sows were classified into three temperature and humidity index (THI) groups, ranging from 84 to 148 d and from 149 to 268 d of age (≤ 74 , $>74 < 78$ and $\geq 78 < 84$). ANOVA was applied to the performance data ($p \leq 0.05$). In gilts that were in an THI ≥ 74 between 84 and 148 d of age, an older age at puberty (235 vs. 215 d; $p = 0.001$) and at service (268 vs. 238 d; $p = 0.001$) was observed compared to those that were in an THI ≤ 74 ; similarly, in sows in an THI ≥ 74 between 149 and 268 d of age, the age at puberty (239 vs. 220 d; $p = 0.008$) and the age at service (268 vs. 247 d; $p = 0.001$) increased. The observed results allow us to conclude that a THI ≥ 74 decreases the growth rate, delays the age at puberty and at service in gilts. This variable should be considered in a selection and management program for hyperprolific first-time sows, raised in warm environments, with the aim of increasing the percentage of first-time sows served at an age less than 240 d.

Keywords: Gilt, growth rate, THI, puberty, age at service.



2025-05-VET

Identificación de *Escherichia coli* O157:H7 productora de toxina Shiga 1 y 2 por PCR (punto final), en rumiantes del centro norte de Zacatecas México

Mónica Silva-Vega^{1*}, Lucía Delgadillo-Ruiz², Perla Ivonne Gallegos-Flores², Carlos Meza-López³, Benjamín Valladares-Carranza³, Rómulo Bañuelos-Valenzuela^{1}**

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Zacatecas. msilva@hotmail.com; romulob@uaz.edu.mx; carmezlop@yahoo.com.mx. ²Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas. luciadelgadillo@uaz.edu.mx, perla_gf17@hotmail.com. ³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal. Universidad Autónoma del Estado de México. benvac2014@gmail.com

*Primer Autor: msilva@hotmail.com; **Autor de correspondencia: romulob@uaz.edu.mx

RESUMEN

Antecedentes: *Escherichia coli* productora de toxina Shiga (STEC), es considerada de gran importancia en salud pública ya que puede provocar; colitis hemorrágica, síndrome hemolítico, trombocitopenia e insuficiencia renal aguda. La toxina Shiga (Stx) es una de las toxinas bacterianas más potentes conocidas.

Objetivo: Identificar *Escherichia coli* O157:H7 y confirmar la presencia del gen productor de toxina Shiga (Stx1 y Stx 2) en muestras de heces de pequeños rumiantes del centro norte de Zacatecas.

Metodología: Se obtuvieron 316 hisopados rectales provenientes de ovinos, caprinos y bovinos menores de 21 días de edad, con presencia de síndrome diarreico. Se utilizó agar McConkey para identificar el género *E. coli*. Se realizó una resiembra en medio CHROMagar para la identificación del sero grupo *E. coli* O157:H7. De las muestras identificadas se realizó un subcultivo en agar base para la extracción de ADN. Se verificó la integridad del DNA con la amplificación del gen 16S ribosomal. Se utilizaron los pares de oligonucleótidos iniciadores para amplificar el fragmento de interés sintetizados por Invitrogen®: *E. coli* F (5'-CTGGAAGAGGCTAGCCTGGACGAG-3') y *E. coli* R (5'-AAAATCGGCACCGGTGGAGCGATC-3'); Stx1 F (5'-TCTCAGTGGGCGTTCTTATG-3') y Stx1 R (5'-TACCCCTCAACTGCTAATA-3'); Stx2 F (5'-TTAACACACCCACCGGGCAGT-3') y Stx2 R (5'-GCTCTGGATGCATCTCTGGT-3'). Se realizó la PCR de acuerdo con el proveedor y se corrió la electroforesis en gel de agarosa al 0.8%.

Resultados: Se analizaron un total de 108 muestras de DNA, después de amplificar el gen 16S, solo 96 fueron aptas para las posteriores amplificaciones; de las cuales solo 90 muestras pudieron ser amplificadas. Para el gen de alanina racemasa, solo una muestra no amplificó, por lo tanto, este microorganismo no corresponde al género *E. coli*.



Los resultados arrojaron que solo once muestras amplificaron toxina Shiga 1 y 13 amplificaron para toxina Shiga 2.

Conclusión: Stx 1 y 2 es un número relativamente pequeño que amplifico considerando el número de muestra, pero si se considera que esa bacteria es muy patógena y que además la toxina es termorresistente este pequeño número de bacterias pueden convertirse en un grave problema de salud pública es por ello la importancia de medidas de seguridad por los sistemas de producción pecuaria.

Palabras clave: *Escherichia coli* (O157:H7), toxina Shiga, rumiantes



2025-06-VET

Composición bromatológica y digestibilidad *in vitro* de vainas de *Leucaena* como potencial alimento para ovinos

Lucía Delgadillo-Ruiz^{1*}, Carlos Meza-López², Francisco G. Echavarría-Chairez^{2, 3},
Rómulo Bañuelos-Valenzuela^{2**}

²Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas. luciadelgadillo@uaz.edu.mx, ¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Zacatecas. romulob@uaz.edu.mx; carmezlop@yahoo.com.mx, ³INIFAP, Centro de Investigación Regional Norte Centro Campo Experimental Zacatecas, Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. fchava1@yahoo.com
*Primer Autor: luciadelgadillo@uaz.edu.mx; **Autor de correspondencia: romulob@uaz.edu.mx

RESUMEN

Antecedentes: Las especies del género *Leucaena* son algunas de las más de 200 especies de leguminosas arbóreas usadas en los sistemas agroforestales como forraje; de gran importancia en la producción pecuaria, ya que proveen forraje de alta calidad, es muy persistente y se recupera velozmente al pastoreo, tolera las sequías además es consumida rápidamente por el ganado. **Objetivo:** comparar el efecto de la altura sobre el nivel del mar vs el contenido bromatológico y la digestibilidad *in vitro* de las vainas de *Leucaena leucocephala* y *Leucaena esculenta* como alimento potencial para ovinos. **Metodología:** Las muestras fueron recolectadas en los municipios de Apózol y Juchipila, Zacatecas, en cuatro sitios caracterizados por diferentes alturas. A las muestras se les realizó el análisis bromatológico y mediante el uso de modelos matemáticos se calcularon las diferentes energías. La fermentación ruminal *in vitro* se realizó utilizando líquido ruminal de borregos raza Dorper. Se monitoreo la producción de gas *in vitro*, el pH y el amoníaco. **Resultados:** En el análisis de varianza la especie *L. esculenta* mostró los mejores niveles en la composición nutrimental debido a que tuvo un porcentaje de proteína cruda de 24.08 ± 1.68 , además de que se detectó un aumento en proporción al incremento de la altura de la muestra. La especie *L. leucocephala* fue la que presento mayor concentración de FDN y FDA (51.89 ± 2.34 y 40.93 ± 2.04 % respectivamente). La especie *L. esculenta* mostró mayores niveles de digestibilidad a las 72 horas 57.455 ± 0.52 mL/g MS, sin embargo, la producción de amoníaco redujo considerablemente. La especie *L. esculenta* redujo más los niveles de pH durante la digestibilidad *in vitro* con un valor de 6.871 ± 0.032 . **Conclusión:** las vainas de *L. esculenta* presentan una composición nutricional y digestibilidad más favorable que *L. leucocephala* y podría ser una opción más beneficiosa como alimento para ovinos.

Palabras clave: *L. esculenta*, *L. leucocephala*, proteína cruda, fibra, digestibilidad.



2025-07-VET

Prevalencia de varroa en colonias de abejas melíferas de la península de Yucatán

Gonzalo Hernández García¹, Jorge A. Vivas-Rodríguez¹, Daniel Dzul-Uuh¹, Julio Cesar Espinoza-Hernandez², Azucena Vargas-Valero^{1*}

¹ Investigador del INIFAP, Centro de Investigación Regional Sureste. ² Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. *vargas.azucena@inifap.gob.mx

Varroa destructor es uno de los principales problemas sanitarios considerado la principal amenaza para la apicultura. Se alimenta de la hemolinfa y el tejido graso de las abejas melíferas adultas y crías (Herrera *et al.*, 2017). Afecta el sistema inmunológico, comportamiento, orientación y la actividad de las abejas pecoreadoras, además es vector de diversos virus (Meixner *et al.*, 2015). La presencia de varroa en las colonias puede llegar a reducir la población, afectar la producción de miel y ocasionar la pérdida o colapso de la colonia si no se controla adecuadamente. El objetivo fue determinar la prevalencia y nivel de infestación del ácaro *V. destructor* en colonias de abejas de la Península de Yucatán. Se obtuvieron 75, 67 y 60 muestras de abejas adultas de Yucatán, Campeche y Quintana Roo, respectivamente. El diagnóstico se realizó mediante la técnica del agitado de abejas descrita por David de Jong (1986). Para las diferencias estadísticas en los niveles de infestación se utilizó la prueba “t” de Student con el programa estadístico SAS (2000). Se obtuvo una prevalencia del 100% para el estado de Quintana Roo, seguida por Yucatán y Campeche con el 93.54 y 92.65 %, respectivamente. En cuanto al nivel de infestación no hubo diferencias significativas entre los estados siendo del 4.33 ± 3.68 , 4.28 ± 3.29 , $4.20 \pm 2.62\%$ para Yucatán, Campeche y Quintana Roo, respectivamente. La presencia varroa en la Península de Yucatán se encuentra en altas prevalencias en las colonias de abejas melíferas, se cree que al igual que en otros países han creado mecanismos de supervivencia (Herrera *et al.*, 2017), donde existen poblaciones de abejas que sobreviven naturalmente a la varroa como el caso de las abejas africanizadas, las cuales hay presencia en la región de estudio, diferentes causas pueden explicar la resistencia, como la inmunidad individual y social, el olfato, el propoleo, los virus, la reproducción de varroa, la enjambrazón, entre otras (Rosenkranz *et al.*, 2010). *Varroa destructor* debe monitorearse constantemente en la región para llevar un control adecuado del parasito y evitar un problema mayor en la apicultura.



2025-08-VET

Presencia de plaguicidas en miel y cera de abejas melíferas del estado de Yucatán

Jorge A. Vivas-Rodríguez¹, Daniel Dzul-Uuh¹, Gonzalo Hernández García¹, Julio Cesar Espinoza-Hernandez², Azucena Vargas-Valero^{1*}

¹ Investigador del INIFAP, Centro de Investigación Regional Sureste. ² Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. *vargas.azucena@inifap.gob.mx

Las abejas melíferas son de gran importancia para la seguridad alimentaria como para el mantenimiento de la biodiversidad, sin embargo, se encuentran amenazadas por diversos factores, siendo uno de los más importantes a nivel mundial el uso indiscriminado de plaguicidas agrícolas (Botías y Sánchez-Bayo, 2018). La presencia de éstos en las abejas afecta el comportamiento, el pecoreo, la longevidad y el aprendizaje. Los plaguicidas pueden acumularse en el polen, miel y cera principalmente. En el estado de Yucatán no existen estudios en cuanto a la presencia de plaguicidas en miel y cera, por lo tanto, el objetivo del presente es identificar y cuantificar la presencia de plaguicidas en muestras de miel y cera de abejas melíferas del estado de Yucatán. De las principales regiones productoras de miel en el estado se colectaron once muestras de miel y cera, dichas muestras fueron analizadas por Cromatografía de gases (GC-MS/MS), en el laboratorio de servicios Analíticos del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C. Se encontró que todas las muestras de miel presentaron trazas de cis-1,2,3,6-tetrahidroftalimida que es un metabolito del fungicida captan. En cuanto a la cera se encontraron bajas concentraciones de cinco plaguicidas: cis-1,2,3,6-tetrahidroftalimida (< 0.005 a 0.0081 mg/kg), coumafos (< 0.005 a 0.067 mg/kg), pentacloroanisol (< 0.005 mg/kg), pirimifos-metil (< 0.005 mg/kg) y dicofol (< 0.005 mg/kg). Los resultados obtenidos coinciden con los presentados por Vargas-Valero *et al.*, 2021, en la región norte centro de México donde la cera presentó la mayor cantidad y diversidad de plaguicidas, lo cual posiblemente se debe a que la mayoría de los plaguicidas son hidrofóbicos, los cuales poseen alta estabilidad y, por tanto, se pueden transferir fácilmente a la cera de abejas (Calatayud-Vernich *et al.*, 2018). Además, del posible manejo inadecuado por parte de los apicultores, como el reciclado de la cera y la permanencia de los panales por varios años sin cambio en la colmena. Se concluye que la miel presentó trazas de un insecticida, en cambio, la cera presentó una mayor diversidad de plaguicidas en bajos niveles de cuantificación, por tanto, la miel y cera del estado se encuentran expuestas a la presencia de plaguicidas.



2025-09-VET

**Calidad fermentativa y nutricional de ensilados de maíz adicionados con calabaza
(*Cucurbita pepo L.*) y melaza**



2025-10-VET

**Cambios estacionales en el consumo de la dieta seleccionada por bovinos en
pastoreo en una pradera de clima templado**



2025-11-VET

Modulación de la prolificidad de cerdas multíparas en producción intensiva por factores no genéticos

Daniel González Sánchez¹, Héctor H. Velázquez¹, G. Manuel Parra-Bracamonte², German Gómez Tenorio³, Sherezada Esparza-Jiménez¹, José F. Vázquez-Armijo¹

¹Centro Universitario UAEM Temascaltepec, Universidad Autónoma del Estado de México, Temascaltepec, México, México. ² Instituto Politécnico Nacional, Centro de Biotecnología Genómica, Reynosa, Tamaulipas, México. ³ Granja Porcina “Las Pulgas”, Temascaltepec, México, México. daniel980414@gmail.com

<https://www.youtube.com/watch?v=kaC-7jXfqmY>

Resumen

El número de lechones nacidos totales (NLNT) en las cerdas está influenciado por diversos factores no genéticos durante la etapa de servicio, como la tasa de ovulación, la fertilidad de la cerda, la supervivencia prenatal, la raza, la nutrición, la edad de la cerda y el semental (Romo et al., 2022). Estimar correctamente estos factores es fundamental para la toma de decisiones de manejo y la implementación de programas de mejoramiento genético en sistemas de producción intensiva. El objetivo de este estudio fue analizar los factores no genéticos que modulan la prolificidad de las cerdas. Se evaluaron 1238 registros de partos de cerdas entre 2017 y 2024, considerando como variables la estación de servicio (ES), el año de parto (AP) y el número de parto (NP), mientras que el NLNT fue la variable de respuesta. Se utilizó un análisis de varianza con el procedimiento GLM del software SAS® V9.0. Los resultados mostraron que la ES no tuvo efectos significativos sobre la prolificidad ($P=0.3629$), mientras que el AP fue significativo ($P=0.0260$), destacándose 2017 como el año con la media más baja. En cuanto al NP, se encontró un efecto altamente significativo ($P<0.0001$), siendo las cerdas en su cuarto parto las que mostraron la mayor prolificidad, con un promedio de 11.79 lechones nacidos totales. Estos hallazgos coinciden con investigaciones previas que sugieren que el número de parto tiene un impacto considerable en la prolificidad, con cerdas en su cuarto parto alcanzando mayores promedios de lechones nacidos (González et al., 2011; Ordaz-Ochoa et al., 2013). Aunque la influencia de la estación de servicio no se corroboró en este estudio, los resultados del año de parto superan los reportados en otros estudios similares (Espitia & Galíndez, 2011). En conclusión, tanto el año como el número de parto son factores clave en la prolificidad de las cerdas, lo que tiene implicaciones importantes para la productividad en los sistemas de producción porcina.

Espitia, A., & Galíndez, R. (2011). Revista Facultad de Agronomía, 37(1), 39-45.

González, J.S.G. et al. (2011). Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 2(4), 403-414.



2025-12-VET

***Eucalyptus cinerea* como inhibidor de la eclosión de *Haemonchus contortus* resistente a Ivermectina**

Daniel Melo-Guzmán¹, Adrián Zaragoza-Bastida¹, Gabino Misael López-Rodríguez¹, Deyanira Ojeda Ramírez¹, Agustín Olmedo-Juárez², Nallely Rivero-Perez¹.

¹Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo, México. ²Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Parasitología Veterinaria, INIFAP. Jiutepec, Morelos, México, nallely_rivero@uaeh.edu.mx

Resumen

Las enfermedades causadas por parásitos en ovinos son un problema frecuente debido a las alteraciones metabólicas que producen, impactando negativamente en la economía pecuaria. *Haemonchus contortus* (HC) es un nematodo causante de cuadros gastroentéricos, síndrome de mala absorción y anemia. Es el nematodo con mayor prevalencia en la producción ovina y como medida de control se ha implementado el uso de antihelmínticos como los benzimidazoles y lactonas macrocíclicas, sin embargo, el mal uso de estos ha desencadenado el fenómeno de resistencia, por lo que, se buscan alternativas no farmacológicas como el uso de aceites esenciales. Debido a lo anterior el objetivo del presente estudio fue evaluar el aceite esencial (AE) de *Eucalyptus cinerea* (EC) como inhibidor de la eclosión de una cepa mono-específica de HC resistente a ivermectina; Se colectaron partes aéreas de EC en la región de Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México. Para la obtención del AE se utilizó la técnica de arrastre de vapor con 250g de planta seca por 2500mL de agua destilada. El material biológico se obtuvo de un ovino infectado con la cepa INIFAP de HC, resistente a ivermectina. La determinación de la inhibición de la eclosión de huevos (IEH) se realizó de acuerdo con la metodología descrita por Rivero-Perez *et al.*, 2019. Los porcentajes del AE de EC evaluados fueron de 4 a 0.5 %. Se utilizó Tiabendazol (0.1 mg/mL) como control positivo y agua estilada como control negativo. Los datos obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza y una comparación de medias por Tukey a un nivel de confianza del 95% en el paquete estadístico SAS V9.0. El AE de EC del 4 y al 2 %, presentó porcentajes de IEH de 95.85 y 82.3, sin presentar diferencias estadísticas significativas con Tiabendazol (98.62%), además de evidenciarse un comportamiento porcentaje dependiente. López-Rodríguez *et al.*, 2022, al evaluar el extracto hidroalcohólico de hojas de *Leucaena leucocephala* sobre el porcentaje de IEH, a concentraciones de 100 a 50 mg/mL, determinó el 71 y 48%, siendo dosis dependiente al igual que el presente estudio. Por otra parte, Macebo *et al.*, 2010 evaluaron el AE de *Eucalyptus straligeriana* sobre el porcentaje de IEH, a



concentraciones de 1.36 a 0.08 mg/mL, con %IEH entre 99.27 y 6.46%, lo que sugiere un comportamiento similar para el AE de EC evaluado en el presente estudio. Considerando los resultados obtenidos se concluye que el AE de EC puede ser una alternativa de control de HC interfiriendo en su ciclo biológico a nivel de huevo inhibiendo su eclosión.

Palabras clave: *Eucalipto cinerea*, aceite esencial, *Haemonchus contortus*.

Referencias

- Rivero-Perez, N., Jaramillo Colmenero, A., Peláez-Acero, A., Rivas-Jacobo, M., Ballesteros-Rodea, G., & Zaragoza-Bastida, A. (2019). Actividad antihelmíntica de la vaina de *Leucaena leucocephala* sobre nematodos gastrointestinales de ovinos (in vitro). *Abanico Veterinario*, 9.
- López-Rodríguez, G., Rivero-Perez, N., Olmedo-Juárez, A., Valladares-Carranza, B., Rosenfeld-Miranda, C., Hori-Oshima, S., & Zaragoza-Bastida, A. (2022). Efecto del extracto hidroalcohólico de hojas de *Leucaena leucocephala* sobre la eclosión de *Haemonchus contortus* in vitro. *Abanico Veterinario*, 12.
- Macedo, I. T., Bevilaqua, C. M., de Oliveira, L. M., Camurça-Vasconcelos, A. L., Vieira, L. D. S., Oliveira, F. R., ... & Nascimento, N. R. (2010). Anthelmintic effect of *Eucalyptus staigeriana* essential oil against goat gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology*, 173(1-2), 93-98.



2025-13-VET

Diluyentes y calidad espermática del semen ovino refrigerado

Alejandro Córdova Izquierdo¹, Armando Gómez Vázquez², Carlos Bedolla Cedeño³, Abel E. Villa Mancera⁴, María de Lourdes Juárez Mosqueda⁵ y Jaime Olivares Pérez⁶

¹Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, Ciudad de México, acordova@correo.xoc.uam.mx. ²División Académica de Ciencias Agropecuarias. UJAT. México. ³Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán, México. ⁴Facultad de Veterinaria. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. ⁵FMVZ-UNAM. ⁶Facultad de Veterinaria. Universidad Autónoma de Guerrero, México.

Resumen

La conservación del semen en refrigeración, permite utilizarlo por más tiempo después de la obtención del eyaculado. El objetivo de este trabajo fue valorar el efecto del tipo de sobre la calidad espermática (motilidad, viabilidad e integridad acrosomal) del semen ovino refrigerado. Se utilizaron cuatro borregos de raza Suffolk Inglés con una edad promedio de dos años, peso y condición corporal similar, se les extrajo semen una vez por semana con vagina artificial. Tras la obtención de los eyaculados, se evaluó la calidad espermática, se adicionaron los diluyentes y se refrigeró a una temperatura de 4° C. Se valoró motilidad, viabilidad y daño acrosomal a las 0, 2, 4 y 24 horas. Se encontró que el pH, no varió durante las 24 horas en los tres diluyentes. La motilidad y viabilidad fueron mejores en el diluyente base triladyl durante la duración del experimento. Sin embargo, la integridad acrosomal fue mejor en los dos primeros diluyentes. En conclusión, se puede decir que el diluyente a base de triladyl, puede presentar una alternativa para la conservación del semen ovino en refrigeración.

Introducción

La conservación del semen, permite utilizar recursos genéticos a largo plazo (Watson, 2000), de tal manera que la refrigeración del semen ovino, permite conservar por más tiempo la capacidad fecundante de los espermatozoides, después de obtener el eyaculado (Parks y Graham, 1992; Palomino, 2001).

La tasa de preñez al utilizar semen refrigerado varía entre 45 y 65%, mientras que al emplear semen fresco, es alrededor del 84%; lo cual se debe a que los espermatozoides experimentan daños a nivel de la membrana plasmática, con inevitable reducción de la motilidad y probablemente también a nivel del acrosoma durante su conservación en (Linde-Forsberg, 2001), condición que estimula a seguir trabajando en la conservación del semen en refrigeración de esta especie.

El objetivo de este trabajo fue valorar el efecto de la conservación en refrigeración del semen de ovino sobre la calidad espermática (motilidad, viabilidad e integridad acrosomal).

Material y métodos

Se utilizaron cuatro borregos de la raza Suffolk inglés de 2 años de edad; de los cuales se recolectaron 24 eyaculados por medio de vagina artificial, obteniéndose de 3 a 4 eyaculados por semana. Se valoró motilidad progresiva, viabilidad, integridad acrosomal (NAR) y pH. Se adicionaron 3 diluyentes en proporción de 1:3. Los diluyentes utilizados fueron: diluyente 1



(Rangel, 1985); diluyente 2 (yema de huevo-Tris-fructosa para semen de carnero -Salamon, 1990) y diluyente 3 base triladyl; el semen fue conservado en refrigeración a 4°C durante 24 horas y se valoraron las variables antes mencionadas a las 0, 2, 4 y 24 horas. Los resultados fueron analizados mediante estadística descriptiva, mostrando promedios para cada variable.

Resultados

Los resultados obtenidos, se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 1. Efecto de tres diluyentes sobre el pH.

Diluyente	Variable	Tiempo			
		0 hrs	2 hrs	4 hrs	24 hrs
1	Ph	7	7	7	7
2		7	7	7	7
3		7	7	7	7

Tabla 2. Efecto de tres diluyentes sobre el porcentaje de motilidad.

Diluyente	Variable	Tiempo			
		0 hrs	2 hrs	4 hrs	24 hrs
1	Motilidad	80%	70%	60%	30%
2		80%	60%	50%	40%
3		70%	60%	40%	60%

Tabla 3. Efecto de tres diluyentes sobre el porcentaje de viabilidad.

Diluyente	Variable	Tiempo			
		0 hrs	2 hrs	4 hrs	24 hrs
1	Viabilidad	70%	60%	50%	40%
2		80%	60%	60%	50%
3		80%	70%	60%	60%

Tabla 4. Efecto de tres diluyentes sobre el porcentaje de NAR.

Diluyente	Variable	Tiempo			
		0 hrs	2 hrs	4 hrs	24 hrs
1	NAR	4%	5%	7%	10%
2		10%	18%	20%	48%
3		8%	11%	10%	20%

Discusión y conclusiones

En un trabajo realizado por Milckzewski (2000) se indicó que la motilidad utilizando tris-yema de huevo como diluyente fue menor al 50% a las 4 horas de refrigeración; encontraron que usando



los diluyentes tris-yema de huevo y tris-antibióticos, la motilidad a las 4 horas fue de 50 y 60%, respectivamente. Vázquez y Núñez (2000) reportaron que el descenso de la viabilidad ocurre entre las 6 y 10 horas en refrigeración; sin embargo, en el presente trabajo, se observó que la disminución de la viabilidad ocurre a partir de las 4 horas. Watson (2000) indicó que hay un efecto favorable sobre la integridad de los acrosomas en presencia de yema de huevo, contrario a los resultados obtenidos en este trabajo, donde se puede observar que las proporciones en la yema de huevo fueron variables, con mayor concentración en el diluyente uno, el cual presentó el menor daño acrosomal. En conclusión, se puede decir que el diluyente a base de triladyl, puede presentar una alternativa para la conservación del semen ovino en refrigeración.

Literatura citada

- Linde-Forsberg C; 2001. Intra-uterine insemination in the dog using the Scandinavian transcervical catheter and a comparison with other methods. Recent Advances in Small Animal Reproduction. Concannon, P.W.; G. England; J. Verstegen III; C. Linde- Forsberg (eds.) Ithaca, USA. En: International Veterinary Information Service (www.ivis.org); A1207.0201.
- Milczewski V. 2000. Viabilidad do sêmen ovino refrigerado em diferentes diluentes. Archives of Veterinary Science v.5, p.29-33.
- Parks J. y Graham J. 1992. Effects of cryopreservation procedures on sperm membranes, Theriogenology 38: 209-222.
- Rangel N. 1985. Comparación de la motilidad progresiva del semen de carnero merino Australiano antes y después de la congelación en pajillas, centrifugado y sin centrifuga, utilizando dos clases de diluyente. Tesis de licenciatura UNAM. México.
- Salamon S. 1990. Inseminación artificial en ovejas y cabras. Acribia. España.
- Vázquez y Núñez. 2000. Efecto de la conservación sobre la fisiología espermática de semen caprino. Universidad Complutense de Madrid, España. pp.17.
- Watson P. 2000. The causes of reduced fertility with cryopreserved semen. Anim. Reprod. Sci., 60: 481-492.



2025-14-VET

Aceite esencial de *Schinus molle* L. como inhibidor de la eclosión de huevos de nematodos gastrointestinales de cabra





2025-15-VET

Cambios en el perfil citológico vaginal en la pubertad de cabras Alpinas

**M. Núñez-Moncada¹, M. Rivas-Jacobo¹, G. Ballesteros-Rodea¹, C. Cortez-Romero²,
R. Nieto-Aquino¹ y A. Herrera-Corredor^{1*}**

¹Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Agronomía y Veterinaria, México. Apartado Postal 32. Ejido Palma de la Cruz. Km. 14.5 Carretera San Luis-Matehuala. Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí. ²Colegio de Postgraduados, Campus Salinas, S. L. P.

* Autor de correspondencia: alejandra.herrera@uaslp.mx

INTRODUCCIÓN

Las hembras caprinas, presentan una actividad sexual poliéstrica estacional, lo que significa que experimentan varios ciclos de estro y ovulación espontánea durante su período reproductivo (Bonilla, 2001). Particularmente, la pubertad en las cabras es un evento fisiológico importante que marca la madurez del aparato reproductivo y el inicio de la actividad sexual. Este parámetro influye en el momento del primer apareamiento y determina indirectamente el momento del primer parto, que puede considerarse el inicio de la vida productiva de una hembra. El inicio de la pubertad en las cabras se suele producir a los 6-8 meses de edad en las hembras y puede variar entre razas, condicionada por factores ambientales, como la época de nacimiento, la raza y el estado nutricional. La transición completa de un estado prepuberal a la maduración total de la pubertad es fundamental para que se establezca la función reproductiva (Ojeda *et al.*, 2006).

Debido a los cambios hormonales presentes al inicio de la pubertad, el epitelio vaginal sufre la muerte y descamación de las células de las capas superficiales (Feldman y Nelson, 2007), por lo que la citología exfoliativa vaginal, como técnica de diagnóstico no invasivo, permite visualizar cambios en su estructura celular en respuesta al uso de dispositivos intravaginales utilizados en la sincronización de estros.

JUSTIFICACIÓN

Medir la concentración plasmática de progesterona, permite con gran confiabilidad conocer el estado del ovario. Por otro lado, las hormonas ováricas ocasionan cambios citológicos sobre el epitelio vaginal (citología hormonal) y es posible determinar la etapa del ciclo estral en la que se encuentra la hembra, esta técnica que se ha utilizado en la mayoría de las especies siendo un procedimiento ampliamente usado en medicina veterinaria. Pese a las ventajas y facilidad de manejo de las muestras que permite esta técnica, es necesario establecer comparaciones con la técnica de RIA para validarla, lo que permitirá recomendarla como medio diagnóstico del estado fisiológico de las hembras.



OBJETIVO

El objetivo del presente estudio fue generar información a partir la técnica de la Citología Exfoliativa Vaginal, que permita establecer con mayor precisión el momento en que las cabras han entrado en pubertad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El estudio se realizó en la Unidad Caprina de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, ubicada en 22° 13' 39.8" Latitud Norte y 100° 50' 58.3" Longitud Oeste. Predomina el clima seco templado y temperatura media anual es de 17.1°C (García, 2004).

Animales y tratamientos

Se utilizaron 22 cabras recién destetadas de raza Alpina, con peso de 16.0 ± 1.3 Kg, alimentadas de acuerdo a las recomendaciones del National Research Council (NRC, 2007) a base de la dieta fue a base de alfalfa achicalada, ensilado de maíz, grano de maíz, sales minerales y agua a libre acceso. A los 3 meses de edad se asignaron aleatoriamente a dos tratamientos, de acuerdo a su peso y condición corporal en escala 1-5 (Russel *et al.*, 1969), de la siguiente manera:

Hembras en condición corporal alta - HCA (n=11): Hembras con condición corporal 3.

Hembras en condición corporal baja - HCB (n=11): Hembras con condición corporal 2.

Citología exfoliativa vaginal

Semanalmente se tomaron frotis vaginales, a partir del tercer mes y hasta los 8 meses de edad usando un hisopo en la comisura dorsal de la vulva. La muestra se extendió por rodamiento en un portaobjetos y se dejó secar al aire para iniciar el proceso de tinción con un kit para tinción rápida con un hemocolorante (HYCEL®).

Se utilizó un microscopio óptico, con objetivo de 40x. Para clasificar las células vaginales en superficiales, intermedias y parabasales se utilizó el criterio de Grunert (Schutte, 1967), observando 5 campos de la muestra. El número de cada tipo de células se expresó como porcentaje para determinar el valor estrogénico de la muestra.

Concentración de Progesterona

Se colectaron semanalmente, al momento de tomar el frotis vaginal, muestras sanguíneas (4 ml), vía punción de la vena yugular mediante tubos vacutainer® heparinizados al vacío, para determinar la concentración de progesterona en sangre. Las muestras se centrifugaron a 1,500 rpm durante 10 min, dentro de la primera hora de su obtención y una vez separado el plasma se mantuvieron en congelación a -20°C , hasta su análisis.



Manejo reproductivo

A partir del quinto mes de edad, se procedió a la detección de estros, por medio de machos marcadores provistos de un mandil, los machos se introdujeron cada tercer día, 30 min por la mañana. Se registró el inicio del estro como el momento en que la hembra se dejó montar por primera vez. Una vez que la hembra fue detectada en estro, se dio servicio por monta natural con un semental de fertilidad conocida. Se registró el peso de la hembra semanalmente durante todo el periodo experimental (6 meses de edad).

Análisis Estadístico

El peso, la condición corporal y el día de ovulación (día en que la concentración de Progesterona en sangre (ng ml^{-1}), fue igual o mayor a 1 ng ml^{-1} , en por lo menos en dos muestras consecutivas), se analizaron por medio de una Prueba de t-Student para muestras pareadas, para determinar si una diferencia de la media muestral entre dos muestras es estadísticamente significativa ($P < 0.05$). El porcentaje de los diferentes tipos celulares y el % de estros se analizó por una prueba de X^2 .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso y Condición corporal

No hubo diferencias significativas de peso en ambos grupos de cabritas ($P > 0.05$), hasta las 22 semanas de edad. A partir de las semanas 23 y 25 se observó una diferencia de peso ($P > 0.05$), en cabras de CC alta con un aumento de ($8.04 \pm 1.3 \text{ kg}$), sin embargo, posteriormente este grupo presentó una disminución de peso, sin diferencias significativas entre grupos ($P > 0.05$) al final del experimento. Tampoco se observaron diferencias en la condición corporal. La nutrición a partir del destete es determinante para el incremento de peso de las cabras y el mantenimiento de la condición corporal, ya que la buena distribución de nutrientes brinda una madurez del aparato reproductivo y el inicio de la actividad sexual, que es altamente dependiente del grado de desarrollo corporal (Solís *et al.*, 2014).

Estro y Ovulación

Se observó un mayor porcentaje de estros ($P < 0.05$), en cabritas con mayor condición corporal (81.81%), que en cabritas con CC corporal baja (45.50%). Si bien el porcentaje de estros del grupo CCbaja fue menor, éstas presentaron estro, tiempo antes que las cabras con CCalta (Cuadro 1).

Regularmente, la pubertad ocurre entre los 6 o 7 meses de edad, la aparición del primer estro sucede como consecuencia del aumento en los niveles de estrógenos, la presencia de inhibina regula la concentración de FSH, provocando la liberación masiva de GnRH y el pico preovulatorio de LH, responsable de los cambios en la pared folicular para que se produzca la ovulación (Fuentes, 2017).



Cuadro 1. Porcentaje de estros detectados y día de ovulación de cabras prepúberes con alta y baja condición corporal.

	% estros	Día de Ovulación (días de edad)
CC alta	81.81 (9/11)	179±12.4
CC baja	45.50 (5/11)	158±8.6
	P<0.05	P<0.05

Citología Exfoliativa Vaginal

Células parabasales

El porcentaje de células parabasales no fue diferente ($P<0.05$), independientemente de la condición corporal de las cabras jóvenes. El porcentaje de este tipo celular predominó (50%), en el frotis vaginal de 9 a 15 semanas de edad, disminuyendo hacia el final del periodo experimental, sin embargo, se observó la misma tendencia en ambos grupos.

En este estudio, la presencia de células parabasales fueron abundantes, hasta la semana 13 (Figura 1), observándose que cuando se va acercando la pubertad, tienden a disminuir en ambos grupos.

Pérez-Martínez *et al.*, (1999), señalan que la estrona (E1), es el principal estrógeno producido durante el período peripuberal de la cabra, en cambio los niveles séricos de estradiol (E2), son muy bajos al comienzo del período reproductivo, pero aumentan en la hembra adulta, afectando en la diferenciación del epitelio vaginal.

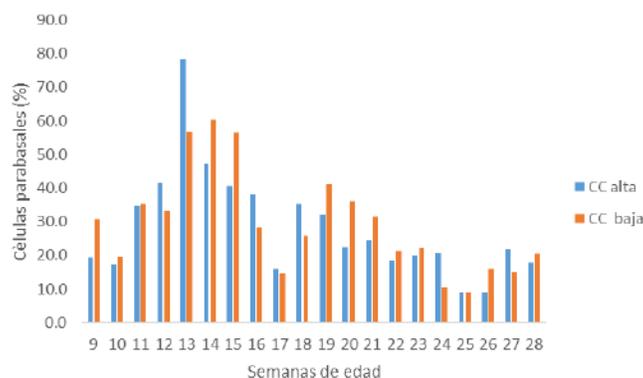


Figura 1. Células parabasales en frotis vaginales de cabras prepúberes

Células intermedias

De la semana 9 a la 23 de edad, no se observaron diferencias ($P>0.05$) en el porcentaje de células intermedias en el frotis vaginal. De la semana 16 hacia el final del periodo experimental, el porcentaje de células intermedias predominando en el frotis en un



62.7%, en el grupo con CCbaja, observando diferencias ($P < 0.05$) entre ambos grupos experimentales (Figura 2).

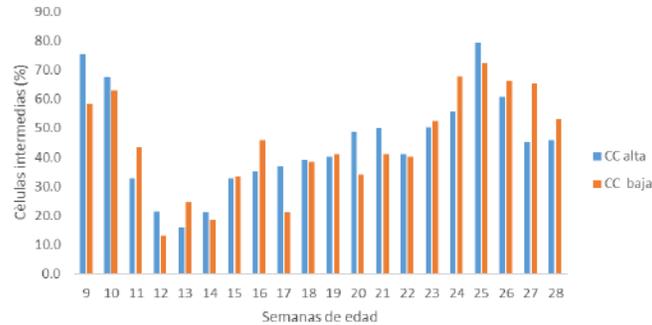


Figura 2. Células intermedias en frotis vaginales de cabras prepúberes

Las células intermedias, son de transición hacia células superficiales, presentan núcleos pequeños y mayor tamaño de citoplasma, variando entre formas redondeadas y ovaladas (Pacheco, 2017). Su disminución, al igual que las células parabasales, ocurre al acercarse al estro debido al incremento de citoplasma y la picnosis nuclear. Este proceso también se observa en hembras prepúberes (Pérez-Martínez *et al.*, 1999).

Células superficiales

El patrón de células superficiales fue en promedio de 28.95%, para CCalta y 24.22% para CCbaja, el cual no fue diferente ($P > 0.05$), desde el muestreo 1 al 13 (Semana 9 a la 21 de edad). Sin embargo, a partir de la semana 14, las cabritas en CCalta, incrementaron en un 24.66% en el frotis, respecto al grupo CCbaja ($P < 0.05$) (Figura 3).

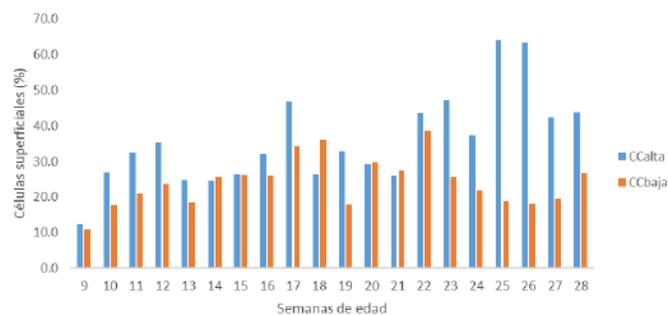


Figura 3. Células superficiales en frotis vaginales de cabras prepúberes

En el lapso de transición de fase lútea a fase folicular, es notorio un incremento en el número de células superficiales, se muestran de forma y citoplasma irregular, angulosas con signos de picnosis nuclear, que dan lugar a las células superficiales anucleadas o escamosas, que son grandes y sin núcleo, estas son las que predominan durante el estro. Todos estos cambios ocurren como consecuencia del proceso



degenerativo y muerte celular, en sincronía con el efecto de los estrógenos sobre el epitelio vaginal. Este evento marca el fin del proceso de descamación que inicia con las células parabasales (Fuentes, 2017).

En cabras prepúbres se ha demostrado la relación de células parabásales y superficiales, como una forma de detectar el inicio de la actividad ovárica, como se ha mencionado, el predominio de células superficiales es una característica de una condición estrogénica, mientras que las células parabásales están relacionadas con la etapa lútea del metaestro temprano. Frecuentemente, en especies de pequeños rumiantes en periodo peripuberal, presentan estro silencioso, por lo que la citología exfoliativa vaginal, puede considerarse como un método complementario, para la detección precoz de la pubertad (Pérez *et al.*, 1999). En casos especiales, como el período peripuberal, en el que las especies de pequeños rumiantes frecuentemente presentan celo silencioso (Lynch *et al.*, 1992; Goodman, 1994), señalan que la citología exfoliativa vaginal puede ayudar a detectar el inicio de la actividad ovárica.

CONCLUSIONES

Entre las semanas 17 y 18 hay un notable aumento de células superficiales, en cabras con CCalta, lo cual es indicativo de estro, comportamiento que también se observa en cabras con CCbaja que presentaron estro. La actividad mitótica del epitelio vaginal se incrementa a medida que se acerca el momento de la ovulación, sin embargo, se pudo observar que la citología muestra que hubo un notable atraso en cabras con CCbaja, el proceso de actividad puberal se retarda debido a la condición corporal que presentan las cabras, lo que se comprobó por la presencia de progesterona en sangre. La citología exfoliativa vaginal es una técnica simple y confiable para determinar el estadio de ciclo estral en mamíferos, que se puede utilizar para aumentar la eficiencia reproductiva en un sistema productivo.

LITERATURA CITADA

- Bonilla E. (2001) Manejo reproductivo de la cabra. Chillán: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 66. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6504> (Consultado: 9 julio 2023).
- Fuentes, P. (2017). Utilización de citología vaginal para la determinación de celo en cabras del Centro de producción caprina del Atiplano (ceprocal), nebaj, quiché. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Feldman EC, Nelson RW. 2007. Endocrinología y reproducción en perros y gatos. 2ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana. 1218 p
- Goodman, R.L. 1994. Neuroendocrine control of the ovine estrous cycle. *In* Physiology of reproduction. Knobil, E., Neil, J.D. (eds). Segunda edición. Raven Press, Ltd. New York, USA.



-
- Kurt, P. M, Solís –Estrada y J, Fuentes-Rodríguez. (2014). Entorno Ganadero N° 37. BM Editores. *Profesor-Investigador, Depto. Producción Animal, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.
- Ainsworth, L y Downey. (1986). A controlled internal drug-release dispenser containing progesterone for control of the estrous cycle of ewes, *Theriogenology*. 6:6: 847-856.
- Lynch, J.J., G.N, Hinch., D.B, Adams. (1992). The behaviour of sheep: biological principles and implications for production, preface. In: *The behaviour of sheep: biological principles and implications for production*. Melbourne, Vic: C.A.B. International and CSIRO Australia.
- National Research Council - NRC. (2007). Nutrient requirements of small ruminants. 7th ed. Washington: National Academic Press. Pp. 408.
- Ojeda, S.R., Lomniczi, A., Mastronardi, C., Heger, S., Roth, C., Parent, A.S., Matagne, V., Mungenast, A.E. 2006b. The neuroendocrine regulation of puberty: Is time ripe for a systems biology approach? *Endocrinol*. 147: 1166-1174.
- Pacheco, C.J. (2017). Caracterización de la citología exfoliativa vaginal en alpacas (*Vicugna pacos*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 28(4): 886-893.
- Pérez-Martínez, M., M.E, Mendoza., y M.C, Romano. (1999). Exfoliative vaginal cytology and plasma levels of estrone and estradiol-17 β in young and adult goats, *Small Ruminant Research*. 33(2):153-158.
- Russel, A. J. F., J. M, Doney., and R. G, Gunn. (1969). Subjective assessment of body fat in live sheep. *The Journal of Agricultural Science*. 72 (3): 451 – 454.
- Schutte, A.P. (1967). Canine vaginal cytology-I. Technique and cytological morphology. *J. Small Anim. Pract*. 18: 301- 306.



2025-16-VET

Efecto de época, color de pelaje, año de nacimiento, semental y vaca sobre los pesos al nacer y al destete en ganado Angus en confinamiento parcial en zonas áridas

Arroyo-Carrillo Yarely Guadalupe¹, González-Maldonado Juan¹, Hernández-Aquino Saúl¹, Delgadillo-Ruiz Lucia², Barreras-Serrano Alberto³, Flores-Garivay Rodrigo^{1*}

¹ Instituto de Ciencias Agrícolas - Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali Baja California 21705. Ejido Nuevo León, valle de Mexicali México. ² Unidad Académica de Ciencias Biológicas-Universidad Autónoma de Zacatecas, 98068. Zacatecas, Zacatecas. ³Instituto de Investigación en Ciencias Veterinarias – UABC, Mexicali Baja California 21387. Laguna Campestre, Mexicali Baja California. *Autor de correspondencia: rodrigo.flores.garivay@uabc.edu.mx , yarely.Arroyo@uabc.edu.mx, Juan.gonzalez.maldonado@uabc.edu.mx , saul.hernandez.aquino@uabc.edu.mx , luciadeldgadillo@uaz.edu.mx , abarreras@uabc.edu.mx , rodrigo.flores.garivay@uabc.edu.mx

Antecedentes

El peso al nacer de los terneros es una característica relacionada directamente al crecimiento y desarrollo del animal, impacta económicamente al sistema de producción de carne (Martínez et al.,1998) y por su magnitud como parámetro genético puede considerarse en programas de mejoramiento genético por selección tanto para machos como para hembras. De igual manera, el peso al destete se relaciona directamente con los aspectos económicos del sistema de producción. En el ganado de carne, lo ideal es que las crías logren tener un peso moderado al nacimiento para después crecer rápidamente y lograr llegar a la madurez y peso deseado, en el menor tiempo posible para su sacrificio, por ende, cuando el peso y el crecimiento se ven afectados, se retrasa el tiempo al sacrificio, así mismo el tiempo de venta (Gadberry et al., 2016). Aunado a lo anterior, existe evidencia que indica que el color de pelaje y las temperaturas extremas afectan los parámetros productivos y reproductivos en el ganado cárnico, por lo cual es de suma importancia tomarlo a consideración (Finch et al., 1988; Gutiérrez 2022).

Justificación

En regiones áridas y semi áridas como lo es el valle de Mexicali Baja California, se presentan condiciones climáticas extremas, principalmente temperaturas por arriba de los 40 grados durante la época de verano. Estas condiciones afectan negativamente la eficiencia productiva y reproductiva del ganado bovino de carne (Mejía Lastra 2017). Se reporta, por ejemplo, que la tasa de preñez puede disminuir, así como la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia (Arias y Escobar 2008). En un estudio previo, Gardine et al. (2019), compararon el desempeño productivo de vacas y sus crías en un



sistema de confinamiento parcial comparado con un sistema extensivo durante la época de verano, observando que los terneros que se encontraban en confinamiento pesaron 49 kg más al destete respecto a los terneros en pastoreo. Burson W. 2017, investigó los efectos del sistema vaca becerro en confinamiento versus pastoreo utilizando cruces de raza británica x continental, donde los terneros en pastoreo (272 kg) obtuvieron mayor peso al destete comparado a los confinados (234 kg). De igual manera el color del pelaje puede influir en el comportamiento productivo del ganado. Wolfger et al. (2016) comparando el ganado Angus de pelaje rojo vs pelaje negro en su comportamiento productivo, observaron que vaquillas de pelaje negro consumieron mayor alimento y ganaron mayor peso, por pasar mayor tiempo en el comedero, en comparación a las de pelaje rojo. De igual manera, Finch et al. (1988) evaluando el efecto del color de pelaje sobre el comportamiento productivo en ganado bovino de las razas Brahman y Shorthorn, encontraron que los novillos de pelaje blanco pasaban más tiempo expuestos al sol y además mostraron una mayor ganancia diaria de peso. El peso al nacimiento y el peso al destete son características productivas de importancia económica en el sistema de producción vaca-becerro, que pueden ser afectadas por factores ambientales y genéticos, por lo tanto, es necesario realizar evaluaciones del comportamiento productivo de los terneros bajo condiciones de climas extremos en confinamiento (Juárez et al., 2015).

Objetivo

Estimar los efectos de época, año de nacimiento, color de pelaje, semental y vaca, sobre el peso al nacer y el peso al destete en ganado Angus, en Mexicali, Baja California.

Metodología

Se utilizaron 2502 registros, provenientes de 671 vacas y 32 sementales, obtenidos de un hato de ganado Angus rojo y negro en el valle de Mexicali, Baja California. La unidad de producción basa la alimentación del ganado en un sistema de confinamiento parcial. El ganado se pastorea en praderas de invierno a base de rye grass anual (*lolium multiflorum*) y en confinamiento, durante los meses de verano y otoño, a base de forraje henificado y ensilado de maíz. El ganado es alojado en distintos corrales de acuerdo a su estado fisiológico: lactancia, gestación, empadre. El manejo reproductivo es mediante inseminación artificial, se emplean protocolos para la sincronización del estro y se cuenta con un programa vacunación tanto para las vacas como las crías, así como aplicación de vitaminas y antiparasitarios. La información proporcionada por la unidad de producción fue; Identificación de la vaca, color del pelaje, semental utilizado, fecha de nacimiento, fechas de partos (del primero al último), peso al nacimiento, sexo de la



cría, fecha de destete y peso al destete. El análisis de los datos se realizó empleando un modelo estadístico lineal mixto. Para peso al nacer se incluyeron los componentes fijos de año (2019 al 2022), color de pelaje (rojo y negro), época (1: primavera-verano y 2: otoño-invierno) y sexo de la cría (machos y hembras), más los componentes aleatorios de semental y vaca. Para peso al destete además de los componentes del modelo para peso al nacer se incluyó la época al destete. En ambos modelos se consideró el componente aleatorio de error $\sim NI(0, \sigma^2_e)$. Cuando los efectos resultaron importantes ($P < 0.05$), se contrastaron categorías por cada factor empleando Tukey. El análisis se realizó aplicando el procedimiento MIXED de la versión 9.4 del programa SAS.

Resultados

Efectos de año, época y sexo de la cría resultaron significativos ($P < 0.05$) sobre los pesos al nacer y al destete (Figuras 1, 2 y 3, respectivamente). El color de pelaje, vaca y semental, no resultaron importantes ($P > 0.05$) sobre las variables en estudio. El peso promedio al nacimiento independientemente del sexo y color del pelaje fue de 30.84 ± 1.695 kg. El mayor peso al nacer (31.85 kg) se registró en el año 2019 mientras el menor en el año 2022 (29.96 kg) (Figura 1). Respecto a la época, crías que nacieron en otoño-invierno pesaron 1.6 % por arriba del peso registrado en primavera-verano (31.07 vs 30.59 kg) (Figura 2). Además, las crías machos presentaron en promedio mayor peso al nacer que las hembras (31.02 vs 30.65 kg) (Figura 3). El mayor peso al destete (224.34 kg) se obtuvo en el año 2019, mientras que el menor correspondió al año 2022 (202.14 kg) (Figura 1). Por época, el peso al destete fue mayor en primavera-verano respecto al otoño-invierno (223.41 vs 219.45 kg, respectivamente) (Figura 2). El mayor peso al destete correspondió a crías machos en comparación con crías hembras (231.04

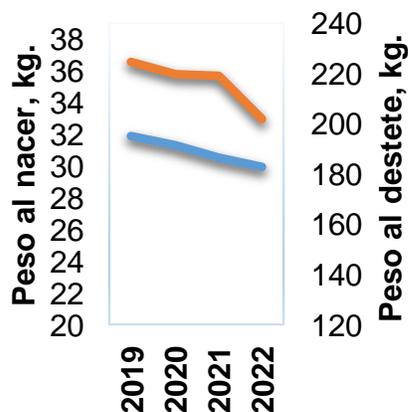


Figura 1. Efecto del año sobre los pesos al nacer y al destete en Angus en un sistema vaca-becerro en confinamiento parcial en zonas áridas.

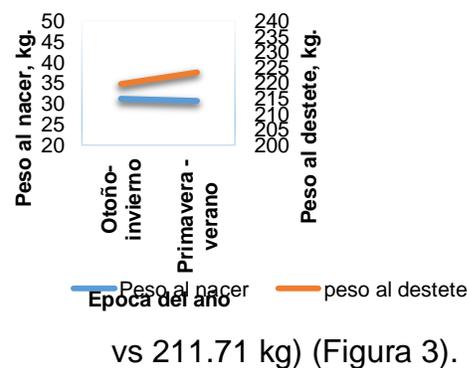


Figura 2. Efecto de época sobre los pesos al nacer y al destete en Angus en un sistema vaca-becerro en confinamiento parcial en zonas áridas.

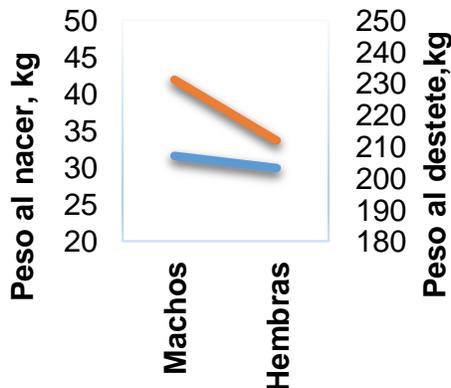


Figura 3. Efecto de sexo de la cría, sobre los pesos al nacer y al destete en Angus en un sistema vaca-becerro en confinamiento parcial en zonas áridas.

Discusión

Componentes de año, época de nacimiento, y sexo de la cría afectaron ($P < 0.05$) el peso al nacer. Martínez et al. (2011) observaron que el factor año influyó sobre el peso al nacimiento, donde los terneros nacidos en el año 2007 fueron los más pesados (37.7 ± 1.3 kg) y los terneros que nacieron en el año 1991 resultaron los más livianos (31.7 ± 2.2 kg). De igual manera Ali et al. (2015), analizando pesos al nacer de crías Angus rojo y Simmental, aquellos nacidos durante el 2011 fueron más pesados que los nacidos en el año 2012 (27.08 ± 0.76 vs 23.76 ± 0.40 kg, respectivamente). Por época del año, resultados contradictorios fueron reportados por Gutiérrez (2022), en terneros Nelore, quien encontró que los nacidos en época de verano presentaron mayor peso (33.03 kg) en comparación a los terneros nacidos en invierno (31.95 kg). En cuanto al sexo resultados similares fueron mostrados por (Gutiérrez 2022) donde los terneros machos presentaron mayor peso al nacimiento (34.26 kg) comparado con el de las hembras (32.63 kg). De igual forma para Interian et al., 2015, en becerros Charolais, donde los pesos al nacer mostraron un diferencial positivo para los machos (+2.2 kg) en comparación al de las hembras.

Respecto al peso al destete resultados similares a este estudio por efecto de año fueron descritos por Zsabo et al. (2006), mostrando valores menores para el año 1999 (151 kg), en comparación al año 2002 donde se registraron valores mayores (238 kg). También, Ossa et al. (2005) con terneros de la raza romosinuano, mostraron que en el año 1986 alcanzaron los mayores pesos al destete (228.98 kg), mientras que en el año 1998 los menores pesos (120.04 kg). Respecto a la época, un comportamiento contradictorio fue reportado por Pérez et al. (2022) en ganado Charolais, donde el peso



promedio al destete fue mayor en invierno respecto al verano (143.29 y 119.36 kg, respectivamente). Por sexo, resultados similares fueron reportados por Segura et al. (2017), quienes utilizaron diferentes grupos raciales: Brahman, Guzerat, Nelore y cruza suizo x cebú, mostraron que el peso al destete en machos era mayor (182 kg) que en las hembras (178 kg). Al igual que para Phocas et al. (2004) con Charolais, Limousin, Blonde, Aquitaine y Maine-Anjou, quienes mostraron que los machos presentaban el mayor peso al destete cuando se compararon con las hembras (179.3 y 164.6 kg, respectivamente).

Conclusión

Los pesos al nacer como al destete mostraron variación por efecto del año de nacimiento, época y sexo de la cría. Entonces, los mejores registros en ambas variables se alcanzaron en el año 2019, en aquellos partos durante la época otoño-invierno, y en el destete durante la época de primavera-verano. Las crías de sexo macho mostraron mejores registros que las hembras. Mientras que por el color de pelaje, semental y vaca no se observaron diferencias significativas en el comportamiento productivo del ganado Angus en Mexicali, B.C.

Bibliografía

- 1) Ali, I. E., Ishaq, I., Ibrahim, F. H., Magzoub, A., & Ahmed, M. (2015). Impact of genetic and non-genetic factors on birth weight of crossbred red angus and simmental with local cattle. *American journal of agricultural science*, 2(3), 80-84.
- 2) Arias, R. A., Mader, T. L., & Escobar, P. C. (2008). Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Archivos de medicina veterinaria*, 40(1), 7-22.
- 3) Burson, W. C. (2017). Confined versus conventional cow-calf management systems: Implications for calf health.
- 4) Finch, V. A., Bennett, I. L., & Holmes, C. R. (1984). Coat colour in cattle: effect on thermal balance, behaviour and growth, and relationship with coat type. *The Journal of Agricultural Science*, 102(1), 141-147.
- 5) Gardine, S. E., Warner, J. M., Bondurant, R. G., Hilscher, F. H., Rasby, R. J., Klopfenstein, T. J., ... & Jenkins, K. H. (2019). Performance of cows and summer-born calves and economics in semi-confined and confined beef systems. *Applied Animal Science*, 35(5), 521-529.
- 6) Gutiérrez Gutiérrez, M. Á. (2022). Efecto de factores ambientales y genéticos sobre el peso al nacimiento de terneros de raza nelore y sus cruces en el litoral centro norte ecuatoriano.



- 7) Martínez, G., Petrocinio, J., & Herrera, P. (1998). Factores que afectan el peso al destete en un rebaño de bovinos de carne. *Rev. Fac. Agron.(Iuz)*, 15, 266-277.
- 8) Martínez-González, J. C., Gutiérrez-Michel, J. F., Briones-Encinia, F., Lucero-Magaña, F. A., & Castillo-Rodríguez, S. P. (2011). Factores no genéticos que afectan el peso al nacer y destete de terneros angus. *Zootecnia tropical*, 29(2), 151-160.
- 9) Mejía Lastra, A. D. J. (2017). Peso al nacer y al destete de terneros y terneras Holstein y Jersey bajo estrés calórico en Mexicali, Baja California, México.
- 10) Montes, D., Vergara, O., Prieto, E., & Rodríguez, A. (2008). Estimación de los parámetros genéticos para el peso al nacer y al destete en ganado bovino de la raza brahman. *Revista mvz córdoba*, 13(1), 1184-1191.
- 11) Ossa, G., Suárez Tronco, M., & Pérez, J. (2005). Efectos del medio y la herencia sobre el peso al destete de terneros de la raza romosinuano. *Revista mvz córdoba*, 10(2), 673-683.
- 12) Pérez, R., Rodríguez-Valera, Y., Naderkhani, G., Henry-Laville, D., & Ferreira, L. (2022). Efecto de factores no genéticos sobre el peso al destete en ganado charolais.
- 13) Phocas, F., & Laloë, D. (2004). Genetic parameters for birth and weaning traits in french specialized beef cattle breeds. *Livestock production science*, 89(2-3), 121-128.
- 14) Segura-Correa, J. C., Magaña-Monforte, J. G., Aké-López, J. R., Segura-Correa, V. M., Hinojosa-Cuellar, J. A., & Osorio-Arce, M. M. (2017). Breed and environmental effects on birth weight, weaning weight and calving interval of zebu cattle in southeastern Mexico. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 20(2), 297-305.
- 15) Interian Tzuc, J. J. (2015). Comportamiento Predestete De Becerros Charolais Nacidos En Diferentes Periodos De La Epoca De Parto.
- 16) Wolfger, B., Quinn, C., Torres, G. W., Taylor, M., & Orsel, K. (2016). Comparison of feeding behavior between black and red Angus feeder heifers. *Canadian journal of animal science*, 96(3), 404-409.



2025-17-VET

El uso de la soya como suplemento modifica la producción de leche de cabras en pastoreo

Ricardo Avilés-Ruiz^{1*}, Mauricio Velázquez-Martínez², Juan Samuel Guadalupe Jesús Alcalá Rico¹, Oscar Guadalupe Barrón-Bravo¹, Jorge A. Maldonado-Jaquez³, Leonardo Iván Vélez-Monroy³

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CIRNE, Campo Experimental Las Huastecas, Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas. ² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CIRNE, Campo Experimental San Luis, Graciano Sánchez, San Luis Potosí. ³ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CIRNOC, Campo Experimental La Laguna, Matamoros, Coahuila. *Autor por correspondencia: Ricardo Avilés Ruiz. E-mail: aviles.ricardo@inifap.gob.mx , velazquez.mauricio@inifap.gob.mx , alcala.juan@inifap.gob.mx , barron.oscar@inifap.gob.mx , maldonado.jorge@inifap.gob.mx , velez.ivan@inifap.gob.mx

Antecedentes

Entre los efectos del nivel de nutrición encontramos: Suplementación energética, que es principalmente referido al nivel de energía consumida que afecta positivamente la producción de leche en rumiantes (Bocquier y Caja, 2004). De hecho se logra un pico mayor en la curva de producción y una forma común de incrementar la producción de leche es brindar dietas que son altas en energía a los animales en la lactancia temprana, pero esto puede traer consecuencias, dado que el animal durante el periodo seco recibe una dieta alta en fibra neutro detergente y este cambio de dieta propicia desordenes metabólicos (hígado graso, acidosis ruminal, cetosis, etc.), provocando una disminución en la ingesta de materia seca y por consecuencia una disminución en la producción láctea (Goff y Horst, 1997). Por otro lado, la suplementación proteica ha incrementado la producción de leche, pero el costo es elevado y posiblemente no es rentable (Bocquier y Caja, 2004). De lo anterior, resulta de interés evaluar el incremento en la producción de leche al utilizar pasta de soya, la cual se encuentra disponible en México debido a la gran importación como materia prima para la producción de aceites comestibles y que como subproducto se obtiene la pasta de soya. La pasta de soya es un ingrediente común en la formulación de concentrados comerciales. Sin embargo, no existen estudios donde se utilice como suplemento pre y post-parto en cabras en pastoreo bajo el sistema de producción extensivo.

Justificación

En México, la caprinocultura es una cadena productiva pecuaria de la cual dependen económicamente una gran cantidad de familias en zonas rurales, gracias a la venta de



cabrito, queso y leche. Sin embargo, la dieta de los animales, se basa únicamente en la flora nativa, misma que no cubre los requerimientos nutricionales de las cabras en gestación y lactantes. Por ello, es fundamental ofrecer un suplemento a la dieta para lograr un mejor desempeño reproductivo y productivo, y poder obtener mayores ingresos. No obstante, el abanico de posibilidades que los productores tienen muchas veces es limitado. Por ello, es necesario que se evalúen diferentes productos que sean accesibles para el pequeño productor.

Objetivo

El objetivo de la presente investigación, fue evaluar el efecto de la suplementación con pasta de soya sobre la producción de leche en cabras en pastoreo.

Metodología

El estudio se llevó a cabo en una explotación comercial del ejido Pocitos en el municipio de Charcas, San Luis Potosí. Ubicada a 1983 msnmm en las coordenadas 23.1857674 LN y 100.9821625 LO, posee un clima seco templado con lluvias en verano con temperatura, y precipitación promedio de 17.3°C y 396.6 mm, respectivamente (INEGI, 2009).

Para el presente estudio se utilizaron 24 cabras criollas encastadas con razas lecheras (Saneen, Alpina, Toggenburg y Nubia) con un peso, condición corporal de 47.41 ± 1.42 kg y 2.49 ± 0.06 , respectivamente tres semanas previas a la fecha esperada de parto. Las cabras fueron sincronizadas por efecto macho el 1 de junio del 2024. Se formaron dos grupos homogéneos, los cuales fueron Grupo Control (GC; n = 10) y grupo suplementado con soya (GPS; n = 14), al cual se le proporcionaron 200 g de pasta de soya por día por animal a las 9:00h. El resto de la dieta consistió en pastoreo (10:00 a 17:00h) sobre material vegetativo de la región. Mientras se mantenían en los corrales de descanso se les brindó agua y sales minerales *ad libitum* a todos los animales. Las cabras fueron ordeñadas manualmente por la mañana y por la tarde (8:00 y 17:00h) y posteriormente se amamantaban las crías. El día de la semana de medición las crías se separaron de sus madres y la producción de leche fue pesada después de cada ordeña en una báscula electrónica con capacidad de $50,000 \text{ g} \pm 5 \text{ g}$ (Pretul, Monterrey, México). Inmediatamente después de la ordeña se les administró vía intravenosa oxitocina (2 UI; 2 IU Oxilac-Proquivet, Guadalajara, México) para provocar la eyección completa de la leche y por esa ocasión a las crías se les amamantó con cabras nodrizas.

Para el análisis, se realizó la comprobación de supuestos, y se realizó un análisis para un diseño completamente al azar en arreglo de medidas repetidas. Además, se consideró el número de parto (primaras, dos partos y 3 o más partos) y tipo de parto



(sencillo o doble) como variables fijas dentro del modelo estadístico. La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey. Los análisis se realizaron en el paquete estadístico Statgraphics Centurion.

Resultados

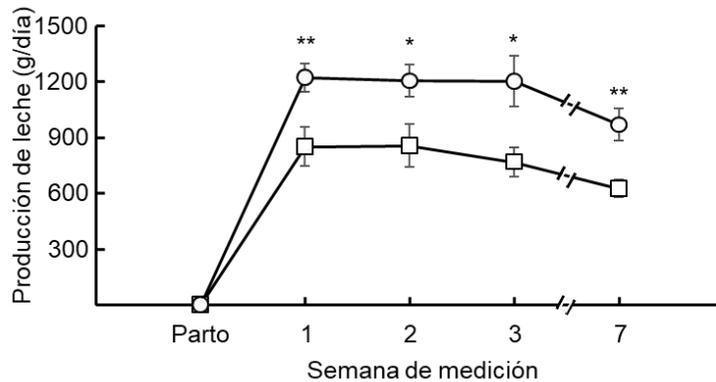


Figura 1. Medias de producción de leche y error estándar de grupo de cabras en pastoreo extensivo que fueron suplementados con 200g de pasta de soya (GPS) por animal por día tres semanas antes del parto y durante la lactancia (○; n = 10) y grupo control (GC) de cabras que no recibieron dicho suplemento (□; n = 14).

* y ** denotan diferencia estadística ($P < 0.05$ y $P \leq 0.01$, respectivamente).

Cuadro 1. Producción de leche (Media \pm error estándar) de cabras en pastoreo extensivo de acuerdo a los factores: semana de medición, al tratamiento, al número de parto y al número de crías.

Factores	n	Producción de leche (g) \pm EE
Semana de medición		
1	24	1066 \pm 72a
2	24	1058 \pm 77a
3	24	1020 \pm 95a
7	24	824 \pm 64a
Grupo		
Grupo Pasta de Soya	14	1133 \pm 67a
Grupo Control	10	753 \pm 48b
Número de parto		
1	8	860 \pm 59a
2	7	878 \pm 91ab
≥ 3	9	1090 \pm 56b
Número Crías		
1	18	1043 \pm 38a
2	6	843 \pm 76b
Media general	96	927 \pm 40

Diferentes literales indican diferencia estadística significativa ($P < 0.05$)



Discusión

En el presente estudio, la pasta de soya aumentó en 20 % la producción de leche de cabras en pastoreo en comparación con el grupo control. De ahí que se podrían evaluar, en el futuro, aspectos económicos para determinar si este ingreso extra es suficiente para cubrir el costo del insumo (pasta de soya). Al respecto, Maldonado-Jáquez *et al.* (2017) señalan que es necesaria mayor investigación que generen estrategias alimenticias de mayor rentabilidad a bajo costo, ya que esto permitirá negociar un mayor precio por sus productos. Por otro lado, aunado a la baja producción de leche de los caprinos en la región y a la estacionalidad reproductiva, la cual causa sobreproducción de leche en temporadas lo que provoca un bajo costo del producto generado (leche) en la zona (Avilés y Alcalá, 2020). A diferencia a lo encontrado en el presente estudio, Lerma-Reyes *et al.* (2018) encontraron que la suplementación con 20 ml de aceite de soya o canola por día por animal no incrementó la producción de leche de forma significativa en cabras en pastoreo. Sin embargo, ellos encontraron un aumento en la concentración de ácidos grasos esenciales en la leche y una mejor condición corporal de las cabras durante la lactancia. Por lo que se especula que la porción de lípidos de la soya, no tiene efecto sobre la producción de leche, como lo hizo la porción proteica de la soya en el presente estudio. Al respecto de los ácidos grasos en la leche, Granados-Rivera *et al.* (2020) señalaron que el contenido de grasa en la leche de cabras disminuye cuando estas son suplementadas con ácidos grasos (linoleico conjugado microencapsulado) y que la condición corporal de las cabras aumentó debido a la cantidad de ácidos grasos que no se utilizaron para la síntesis de leche, sino que se almacenaron como reserva corporal en forma de tejido adiposo.

Conclusión

La suplementación con 200g de pasta de soya en cabras en pastoreo extensivo en el periodo pre y post-parto, presenta resultados positivos en la producción de leche. Sin embargo, es necesario validar si su utilización es viable económicamente en los sistemas de producción a pequeña escala.

Bibliografía

- Avilés, R., Alcalá, J.S.G.J., Barrón, O.G., Garay, J.R., Flores, M.J. (2020). Caracterización de la comercialización pecuaria en el municipio de Bustamante, Tamaulipas. Ciencia e innovación. 3:319-329. <https://www.researchgate.net/publication/371959959> [Comercializacion de la leche y queso de cabra en pastoreo en el municipio de Bustamante Tamaulipas](https://www.researchgate.net/publication/371959959)



-
- Bouquier, F., Caja. G. 2004. Effects of nutrition on ewes' milk quality. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/256343773> .
- Granados-Rivera, L. D., Hernández-Mendo, O., Maldonado-Jáquez, J. A. (2020). Energy balance in lactating goats: Response to mixture of conjugated linoleic acid. *Animal Science Journal*. 91:e13347. <https://doi.org/10.1111/asi.13347>
- Goff, J.P., Horst, R.L. 1997. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *Journal of Dairy Science*. 80:1260–1268. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76055-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76055-7)
- 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>
- Maldonado-Jaquez, J. A., Granados-Rivera, L. D., Hernández-Mendo, O., Pastor-Lopez, F. J., Isidro-Requejo, L. M., Salinas-González, H., Torres-Hernández, G., 2017. Uso de un alimento integral como complemento a cabras locales en pastoreo: respuesta en producción y composición química de la leche. *Nova scientia*. 9 (18): 55-75. <https://www.scielo.org.mx/pdf/ns/v9n18/2007-0705-ns-9-18-00055.pdf>



2025-18-VET

Parámetros reproductivos en bovinos de sistema familiar-traspatio

Ricardo Avilés-Ruiz^{1*}, Oscar Guadalupe Barrón-Bravo¹, Rubén Darío Garza-Cedillo², Miguel Ruiz-Albarrán³, Abner Josué Gutiérrez-Chávez⁴, Juan Samuel Guadalupe Jesús Alcalá-Rico¹

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CIRNE, Campo Experimental Las Huastecas, Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas. ² Instituto Nacional de Investigaciones Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CIRNE, Campo Experimental Río Bravo, Río Bravo, Tamaulipas. ³ Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia “Dr. Norberto Treviño Zapata”, Ciudad Victoria, Tamaulipas. ⁴ Universidad de Guanajuato, DICIVA, Irapuato, Guanajuato. *Autor por correspondencia: Ricardo Avilés Ruiz. E-mail: aviles.ricardo@inifap.gob.mx , barron.oscar@inifap.gob.mx , garza.ruben@inifap.gob.mx , miguel.ruiz@docentes.uat.edu.mx , guca731023@hotmail.com , alcala.juan@inifap.gob.mx,

Antecedentes

La producción de leche se realiza de forma diferente en las diversas regiones de los Estados Unidos Mexicanos. Por ejemplo, en las regiones tropicales es común el pastoreo, ya sea en pastos mejorados o nativos y su objetivo es la producción de becerro al destete y venta de leche o queso. Por otro lado, en la región Norte-Centro de México (La Comarca Lagunera, Región sureste de Chihuahua y Aguascalientes) predomina los sistemas intensivos especializados, los cuales destacan por el número de cabezas en ordeño y el alto nivel tecnológico utilizado tanto en la producción, como para la comercialización de leche (Avilés-Ruiz et al., 2024). De la misma forma, en la Región de Los Altos de Jalisco (Aguascalientes, Jalisco), El Bajío (Guanajuato y Querétaro) y los estados de Hidalgo, Estado de México y Puebla se albergan hatos lecheros llamados sistemas familiar-traspatio o sistema de producción en pequeña escala (SFT; Camacho-Vera et al., 2017; Espinosa-Martínez et al., 2025). Sin embargo, estos últimos se caracterizan por un tamaño de hato menor a 100 vientres en ordeño y un nivel tecnológico pecuario medio (Avilés-Ruiz et al., 2024).

Debido a que generalmente no se implementan tecnologías que mejoran la eficiencia reproductiva en la ganadería lechera conlleva a pérdidas económicas (Kusaka et al., 2023). Esto se reflejan en una baja rentabilidad de estas empresas pecuarias de pequeña escala, a tal grado que existe ausencia de registros reproductivos en papel (González-Orozco, 2022), aunado a los altos costos de producción por la inflación mundial y la importación de leche en polvo a México. De tal forma que tienden a desaparecer en el futuro. Por lo que resulta importante evaluar los parámetros reproductivos en estos sistemas de producción, con el objetivo de redireccionar los manejos reproductivos, sanitarios y nutricionales necesarios para lograr producir



eficientemente. En este sentido, Espinosa-Martínez et al. (2025) reportaron una pérdida en la producción de leche de aproximadamente 3.2 kg/día durante la lactancia temprana debido solamente a la retención de membranas fetales y 1069 kg de leche menos por lactancia en vacas multíparas que requirieron algún tipo de asistencia al parto como en los partos distócicos.

Justificación

La producción de leche es indispensable para lograr la soberanía alimentaria en México. Así, los sistemas familiar-traspatio de bovinos han colaborado en ello y están localizados en todo el Altiplano Central mexicano (Camacho-Vera et al., 2017). En la actualidad, producir leche es menos costeable o rentable debido a la infertilidad en el hato, por lo que el conocer los parámetros productivos, reproductivos y de manejo de los sistemas de familiar-traspatio en México provee información a técnicos, investigadores y empresas proveedoras de insumos, entre otros, información sobre las problemáticas prioritarias por atender para lograr que sean rentables. En este sentido, los sistemas familiar-traspatio enfrentan grandes retos en cuanto a lograr ajustarse a los actuales parámetros productivos y reproductivos, la producción de hembras de reemplazo y reducir el tiempo de intervalo entre partos (Avilés-Ruiz et al., 2024). Todo ello, en comparación con los sistemas intensivos especializados que están localizados principalmente en el norte de México. Sin embargo, registrar la información de los eventos reproductivos resulta una carga más para el productor en los sistemas familiar-traspatio, dado que éste, desempeña las labores de ordeño, alimentación y de manejo del hato (González-Orozco, 2022). Aunado a esto, al contar con inventarios ganaderos pequeños no le resulta costeable contratar personal para que lleve a cabo dicha actividad.

Objetivo

Evaluar los parámetros reproductivos de dos sistemas familiar-traspatio en el Bajío mexicano.

Metodología

El estudio se realizó en dos hatos del SFT de los municipios de Irapuato (hato1) y Abasolo (hato2), Guanajuato, México. Estos lugares presentan un clima cálido y templado, donde la temperatura varía de 8°C a 35°C con una media de 19.3°C y una altura con respecto al nivel del mar de 1,760 metros con precipitaciones promedio de 697 mm (INEGI, 2009).

El manejo tradicional de los animales en ambos hatos de los SFT en la región de estudio consiste en: estabulación todo el año; suplementación de minerales comerciales; dos ordeños al día (7:00 y 17:00 P.M.); vacas en producción se alimentan con forraje que consiste de heno de alfalfa y esquilmo de maíz y durante algunas temporadas se les brinda desperdicio de brócoli, coliflor y espárrago proveniente de



plantas empacadoras de alimentos, además, se les proporciona alimento concentrado comercial o grano de maíz molido de 1-5 kg/día; periodo seco consiste de 8 semanas alojadas en otro corral con una dieta a base de esquilmo de maíz y desperdicio de la planta de alimentos. En cuanto al manejo sanitario, se administra vitamina ADE (una vez/año); bacterinas para prevenir carbón sintomático, edema maligno, hepatitis necrótica infecciosa, enfermedades clostridiales, enterotoxemia, miositis, pasteurelisis, infecciones por *Mannheimia haemolytica* e *Histophilus somni* (una vez/año); desparasitante en vacas secas y becerras (una vez/año) y, por último, bacterina contra leptospirosis (inactivada) y contra brucelosis.

Se analizó la información correspondiente a los registros reproductivos del periodo 2018 a 2024, encontrándose un total de 66 registros de intervalos entre partos de 54 vacas (hato1), así como los registros reproductivos de los años 2019 a 2024, con un total de 30 registros de intervalos entre partos de 41 vacas (hato 2). De los registros primarios (en papel), se capturaron y generaron hojas de cálculo del programa Excel de Microsoft. Se integró para el análisis, los registros de la identificación de la vaca, fecha de parto, así como la fecha de inseminación (primera, segunda, tercera, y más). Mediante las fechas de parto se calculó el intervalo entre partos y con la fecha de inseminación se calcularon los días abiertos. Los registros incompletos, así como los abortos no fueron considerados, depurando así la base de datos. Cabe señalar que los registros de los productores los utilizaron para saber cuándo secar la vaca y cuánto pagar al técnico inseminador que presta el servicio. La reproducción de las vacas durante el periodo de estudio se efectuó por inseminación artificial en ambos hatos.

Para determinar el porcentaje de vacas gestantes, se realizó la palpación rectal por un técnico especializados el día 1 de mayo, 2024 a todas las vacas con más de 38 días post-inseminación. En lo que concierne al costo reproductivo, el técnico inseminador que asistió al hato1 mantuvo una tarifa mayor de costo por servicio en comparación con el técnico que asistió el hato 2, ya que este último, tenía un gasto menor, dado que se consideró el costo de servicios profesionales del técnico inseminador en base a sus gastos de transporte. Además, se consideró los costos por lavados uterinos postparto y el costo de diagnóstico de gestación por palpación rectal en ambos hatos.

Se realizó una prueba de normalidad a las variables intervalo entre partos y días abiertos, como resultaron no normales, se procedió a realizar la transformación de arco tangente y raíz cuadrada, respectivamente. Además, para determinar diferencia estadística del intervalo entre partos y días abiertos entres los hatos, se realizó una prueba de T-Student. Así como una prueba de chi cuadrada para porcentaje de vacas gestantes, vacas abiertas < 60 días posparto y vacas abiertas > 60 días posparto de los hatos. Finalmente, mediante una prueba de U de Mann-Whitney se comparó el número



de servicios por concepción. Todos los análisis se realizaron en el software estadístico Statgraphics centurion.

Resultados

En el presente estudio, no se tuvo diferencia estadística ($P > 0.05$) entre las medias de los intervalos entre partos de los hatos 1 (432 ± 15 días) y 2 (458 ± 26 días; Cuadro 1). Con respecto al porcentaje de vacas gestantes, no existió diferencia estadística ($P > 0.05$) entre los hatos 1 y 2 (64.81 % vs 58.53 %, respectivamente) al día del corte en que se realizó la palpación rectal. Sin embargo, en cuanto al costo reproductivo, existió diferencia significativa entre el hato1 ($\$743 \pm 29$) y el hato2 ($\357 ± 40; $P < 0.05$).

Cuadro 1. Parámetros reproductivos en dos hatos del sistema familiar-traspatio en el Bajío, México.

	Hato 1	Hato 2	P=valor
Número de vientres	54	41	-
Intervalo entre partos (días)	432 ± 15	458 ± 26	0.2767
Días abiertos	165 ± 11	154 ± 14	0.5656
Servicios/concepción	1.37	1.30	0.6864
Vacas gestantes (%)	64.81 (35/54)	58.53 (24/41)	0.5321
Vacas no gestantes, pero inseminadas (%)	-	12.20(5/41)	-
Vacas abiertas < 60 días posparto (%)	16.66(9/54)	4.88(2/41)	0.0753
Vacas abiertas > 60 días posparto (%)	22.22(12/54)	17.07(7/41)	0.5343
Vacas inseminadas, pero infértiles (%)	-	7.32 (3/41)	-
Costo reproductivo/gestación (\$MXN)	743 ± 29	357 ± 40	0.0000

Discusión

Los resultados de la prueba de comparación de medias (ANDEVA), reveló que no existió diferencia significativa entre los dos hatos evaluados, a excepción del costo por servicios en cuestiones reproductivas (diagnóstico de gestación, inseminación, lavados intrauterinos, principalmente). Por lo anterior se puede considerar que ambos hatos llevan un manejo similar en el área de la reproducción. Además, estas medias resultaron semejantes a lo reportado en la misma región por González-Orozco (2022), quién obtuvo en bovinos un promedio de intervalo entre partos de 435 días. De forma diferente, Ríos-Mohar et al. (2022) reportaron un promedio de 381 días en los sistemas



intensivos en la Región Lagunera en el Norte de México y Avilés-Ruiz et al. (2023) 485 ± 15 días en La región Huasteca de México en ganado doble-propósito. Aun cuando, este parámetro no es contundente para decir si un hato es eficiente reproductivamente, dado que no considera aquellos partos de vacas que se mandaron al rastro antes de parir, vacas que mueren, etc., al compararse dicho parámetro con el sistema intensivo, donde se realizan registros reproductivos de manera rigurosa (Ríos-Mohar et al., 2022), en el SFT resulta mayor. Lo anterior significa que una vaca en el SFT se retrasa casi 2 meses (54 días) más en lograr la gestación después del parto en comparación con el sistema intensivo-especializado. Al respecto, Avilés-Ruiz et al. (2022) publicaron que el retorno a la ciclicidad ovárica en vacas doble-propósito se ve afectado por las deficiencias nutricionales.

En el presente estudio el porcentaje de vacas gestantes en el hato resultó mayor que el porcentaje reportado por Ríos-Mohar et al. (2022), 12-15 %, dado que, en este sistema intensivo, el servicio a las vacas se lleva a cabo por sincronización de estros e inseminación artificial a tiempo fijo en comparación con el presente estudio donde fue inseminación artificial a estro natural. Además, en los SFT los productores no contabilizan el tiempo que transcurre del parto al tiempo que se le asigna a la vaca (60 ± 11 ; periodo voluntario de espera Ríos-Mohar et al., 2022) para inducir la ovulación y darle servicio después del parto. Dado que es común en los SFT que las vacas reanuden su actividad ovárica naturalmente, sin importar el tiempo que esto se prolongue (González-Orozco, 2022). No obstante, en los sistemas intensivos-especializados, esta actividad ovárica es inducida por la administración exógenamente de análogos de las prostaglandinas y GnRH (Cardoso-Consentini et al., 2021).

La diferencia del costo reproductivo entre los hatos evaluados no se debió al precio de la pajilla de semen, dado que en ambos hatos se utilizaron pajillas de semen de toros nacionales con un rango de costo de \$70-100/pajilla. Sin embargo, el costo de mano de obra del técnico fue mayor en el hato1 en comparación con el hato 2.

Conclusión

Bajo las condiciones del presente estudio retrospectivo, se concluye que los parámetros reproductivos de dos sistemas familiar-traspatio fueron similares en los hatos evaluados. Sin embargo, se requiere continuar registrando los eventos reproductivos en los hatos para lograr generar información más robusta; así mismo, utilizar programas (softwares) que faciliten dicha tarea al productor.



Bibliografía

- Avilés-Ruiz, R., Barrón-Bravo, O. G., Gutiérrez-Chávez, A. J., Ruiz-Albarrán, M. 2024. Principales sistemas de producción de leche de bovinos en México: recopilación actual de parámetros productivos, reproductivos y de manejo. *Ciencias Veterinarias y Producción Animal*.1(2):32-47. <https://doi.org/10.29059/cvpa.v1i2.16>
- Avilés-Ruiz, R., Barrón-Bravo, O., Alcalá-Rico, J., Salinas-Chavira, J., Flores-Nájera, M., Ruiz-Albarrán, M. 2022. Deficiencias nutricionales que afectan al reinicio de la ciclicidad posparto en bovinos doble propósito. *Abanico Veterinario*. 12:1-21. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2022.251>
- Avilés-Ruiz, R., Barrón-Bravo, O.G., Ruiz-Albarrán, M., Garza-Cedillo, R.D. 2023. Parity affects calving interval in dual-purpose cattle in the Mexican tropics. *The Pharma Innovation Journal*. 12:01-04. <https://www.thepharmajournal.com/archives/?year=2023&vol=12&issue=3&ArticleId=18792>
- Camacho-Vera, J. H., Cervantes-Escoto, F., Palacios-Rangel, M. I., Cesín-Vargas A., Ocampo-Ledesma, J. 2017. Especialización de los sistemas productivos lecheros en México: la difusión del modelo tecnológico Holstein. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 8(3):259-268. <http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v8i3.4191>
- Cardoso-Consentini, C.E., Wilbank, M.Ch., Santori, R. 2021. Factors that optimize reproductive efficiency in dairy herds with an emphasis on timed artificial insemination programs. *Animals*. 11:301. <http://dx.doi.org/10.3390/ani11020301>
- Espinosa-Martínez, M. A., Vera-Ávila, H.R., Estrada-Cortés, E., Ruiz-López, F.J., Montiel-Olguín, L.J. 2025. Effects of assisted calving and retained fetal membranes on milk production in the smallholder farming system. *Veterinary and Animal Science* 27: 100418. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2024.100418>
- González-Orozco, T. A. 2022. XVI Seminario de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria en el estado de Querétaro. Indicadores productivos y reproductivos de referencia en lechería familiar en Guanajuato. Disponible en: https://youtu.be/A1nIXg2Oi_M
- Kusaka, H., Yamazaki, T., Sakaguchi, M. 2023. Association of age at first calving with longevity, milk yield, and fertility up to the third lactation in a herd of Holstein dairy cows in Japan. *Journal of Reproduction and Development*. <http://doi.org/10.1262/jrd.2023-012>
- Ríos-Mohar, J.A., López-Díaz, C.A., Hernández-Cerón, J., Trueta-Santiago, R. 2022. Economic analysis of different pregnancy rates in dairy herds under intensive management. *Veterinaria México* OA. <https://doi.org/10.22201/fmvz.24486760e.2022.631>



2025-19-VET

Potencial mecanismo de acción de una formulación multi-herbal sobre *Escherichia coli* asociado a mastitis bovina

Morales-Ubaldo Ana Lizet¹, Rivero-Perez Nallely¹, Benjamín Valladares-Carranza², Vargas-Monter Jorge³, Manases Gonzalez-Cortazar⁴, Zaragoza-Bastida Adrian^{1*}

¹Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. ²Universidad Autónoma de Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Estado de México. México. ³Ingeniería en Producción animal, Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, ⁴Centro de Investigación Biomédica del Sur, Instituto Mexicano del Seguro Social, Argentina No. 1. Col. Centro, Xochitepec 62790, Morelos, México. mo260116@uaeh.edu.mx, nallely_rivero@uaeh.edu.mx, bvalladaresc@uaemex.mx, jvargas@upfim.edu.mx, gmanases@hotmail.com, adrian_zaragoza@uaeh.edu.mx.

Resumen

La mastitis bovina es una de las enfermedades de mayor importancia para la producción láctea. La etiología bacteriana es la más frecuente, dichos agentes son clasificados en contagiosos y ambientales, siendo *Escherichia coli* uno de los agentes ambientales de mayor prevalencia. Estudios recientes reportan el aumento de resistencia a los principales antimicrobianos utilizados para su control y tratamiento, razón por la cual se ha buscado el desarrollo de tratamientos alternativos para dicha enfermedad. El uso de formulaciones multi-herbales se han propuesto como una alternativa altamente viable, debido a que a lo largo de los años se han utilizado para curar enfermedades complejas. El objetivo del presente estudio fue determinar el mecanismo de acción de una formulación multi-herbal sobre *Escherichia coli* asociado a mastitis bovina. Se preparó una formulación multi-herbal a partir de la combinación de diferentes concentraciones de cuatro especies vegetales. Como cepa indicadora se utilizó *E. coli*³⁵²¹⁸. para determinar el mecanismo de acción de la formulación se realizaron ensayos de integridad de la membrana celular a partir de diferentes concentraciones de esta. A una concentración de 12.69 mg/mL se determinó la liberación de 56.17 mg/mL de proteínas y de 2423.70 ng/μL de ADN, de acuerdo con los datos obtenidos se determinó un efecto dependiente de la dosis de la formulación multi-herbal sobre la liberación de proteínas y ácidos nucleicos. Los metabolitos secundarios presentan actividad antibacteriana a través de diferentes mecanismos, incluyendo la disrupción de membrana, en el presente estudio se determinó una pérdida importante de constituyentes citoplasmáticos, incluidas proteínas y ácidos nucleicos cuando las bacterias se expusieron a la formulación multi-herbal, produciendo un daño irreversible de la membrana citoplasmática que se propone como el mecanismo de acción a través del cual la formulación multi-herbal ejerce su efecto bactericida. En este sentido, las formulaciones multi-herbales representan una alternativa potencial para el tratamiento de la mastitis; sin embargo, será necesario realizar estudios *in vivo*.



2025-20-VET

Termorregulación de corderos Blackbelly nacidos de ovejas estresadas por calor en un ambiente tropical

José Luis Ponce-Covarrubias^{1*}, Ethel Caterina García y González¹, Maricela Ruiz-Ortega², Antonio Ortiz-Hernández³, Aurora Matilde Guevara-Arroyo¹, Fernando Torres-Agatón¹

¹Escuela Superior de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 3, Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), Técpan de Galeana, Guerrero, México. ²Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México. ³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria 04510, Coyoacán, Ciudad de México, México *Autor de correspondencia: jlponce@uagro.mx

Resumen

La termorregulación es la capacidad de equilibrar la producción y la pérdida de calor para mantener la temperatura corporal dentro de un rango normal de acuerdo con la especie. En los corderos, es clave que ingieran calostro en las primeras 2 horas después de nacidos para mantener la temperatura corporal y sobrevivir. El objetivo del presente estudio fue evaluar la termorregulación de corderos nacidos de ovejas estresadas por calor durante el primer mes de vida en un ambiente tropical. Para el experimento se usaron 13 corderos machos nacidos en otoño, cada cordero fue muestreado desde el nacimiento hasta el primer mes de vida. En los animales se midieron constantes fisiológicas (7:00 y 19:00 h): frecuencia respiratoria (FR), frecuencia cardiaca (FC), temperatura rectal (TR), tiempo de retorno capilar (TRC) y temperaturas de la superficie de la piel (TSP): cabeza, escápula, fosa paralumbar derecha (FPD), abdomen, pierna y anca. En el estudio, todas las variables fisiológicas y TSP presentaron mayores valores promedio durante la tarde que en la mañana ($P < 0.05$). El TRC fue la única variable con valores similares independientemente del horario de medición (mañana vs tarde; $P > 0.05$). Por otro lado, las correlaciones de Pearson indicaron que el TRC no se correlacionó con las temperaturas de la cabeza (0.0896), la escápula (0.0924) y el anca (0.0801), tampoco con la TR y la FR (0.0547). En cambio, si se encontró una correlación positiva menor a 0.05 en las variables FC con la temperatura de la escápula (0.0024) y la FPD (0.0005). También se encontró una correlación entre el TRC con la temperatura FPD (0.0177), la FC con el abdomen (0.0048), el TRC con el abdomen (0.0344), la FC con la pierna (0.0327), el TRC con la pierna (0.0339), la FC con el anca (0.0449), la TR con la FC (0.0003), el TRC con la FC (0.0012) y con la FR (0.0146). El resto de las correlaciones fueron altamente significativas ($P < 0.0001$). Se concluye que los corderos nacidos de ovejas estresadas por calor mantienen altas sus constantes fisiológicas y las TSP durante el día. El



mantenimiento constante de estas variables fisiológicas indica que las crías se mantuvieron bajo estrés por calor sin que esto repercutiera negativamente en su salud.

Palabras clave: corderos neonatos, partos en otoño, termorregulación, estrés calórico.



2025-21-VET

Efecto de la temporada de sequía en el comportamiento de pastoreo de ovejas Blackbelly estresadas por calor

Ethel Caterina García y González¹, Maricela Ruiz-Ortega², Rosa Berta Angulo-Mejorada³, Aurora Matilde Guevara-Arroyo¹, Fernando Torres-Agatón¹, José Luis Ponce-Covarrubias^{2*}

¹Escuela Superior de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 3, Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), Técpan de Galeana, Guerrero, México. ²Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México. ³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria 04510, Coyoacán, Ciudad de México, México *Autor de correspondencia: jlponce@uagro.mx

Resumen

El pastoreo de los pequeños ruminantes en el trópico mexicano durante la temporada de sequía enfrenta problemas por la disponibilidad y calidad de los pastos. Una estrategia utilizada es la búsqueda y aprovechamiento de nutrientes mediante la selección de forraje como pastos nativos, matorrales y hojas secas de árboles. Durante los meses de febrero a junio del 2024, se realizó un estudio para evaluar el comportamiento de pastoreo en 25 ovejas Blackbelly estresadas por calor durante la temporada de sequía en el trópico (grupo 1 y 2), G1=12 ovejas multíparas y G2=13 ovejas primíparas. En el estudio se evaluaron variables climáticas (mañana (6:00 h), mediodía (12:00 h) y tarde (18:00 h): temperatura ambiental (TA; °C), humedad relativa (HR; %), índice de temperatura y humedad (ITH; U) e índice de confort (IC). Asimismo, se evaluó el comportamiento de pastoreo de las ovejas: número de desplazamientos, pastan (paradas o caminando), defecan (paradas, caminando o pastando), orinan (paradas, caminando o pastando), vocalizaciones (altas, bajas, para llamar a sus congéneres), interacciones agonistas entre ovejas (multíparas, primíparas y entre grupos) y tiempo de alimentación. En el estudio se encontraron condiciones climáticas de estrés calórico (EC) severo ($P<0.05$). En efecto, se encontró un ITH indicativo de EC severo en los meses de febrero y junio; (84%; febrero), (74%; marzo), (75%; abril), (82%; mayo) y (78%; junio). Respecto al comportamiento de pastoreo se encontró una interacción altamente significativa ($P<0.001$) en el tiempo que duró el experimento (febrero a junio). En efecto, se observó que el grupo de ovejas primíparas respecto a las ovejas multíparas tuvieron mayor número de desplazamientos, defecan paradas pastando, orinan paradas pastando, vocalizaciones altas y vocalizaciones bajas ($P<0.001$). El resto de las variables fueron similares entre grupos de ovejas (multíparas y primíparas; $P>0.05$). También hubo una interacción en la conducta de pastoreo desplegada por el grupo de ovejas (multíparas y primíparas) y el tiempo de observación (febrero a junio), siendo mayor al inicio que al final del experimento (febrero y marzo; $P<0.001$). En conclusión,



las ovejas primiparas realizaron más conductas durante el pastoreo, observándose mayor actividad locomotora, conducta de eliminación y vocalizaciones, esto debido a su poca experiencia comparada con las hembras multíparas que han vivido en condiciones de EC y por lo tanto están más adaptadas; ya que durante el pastoreo se compromete el IC por el incremento del ITH.

Palabras clave: conducta de pastoreo, estrés calórico, variables climáticas.



2025-22-VET

Aceite esencial de *Mentha piperita*: una alternativa ixodicida contra *Rhipicephalus microplus*

Miranda-Donaciano Daniel¹, Rivero-Pérez Nallely¹, Castro-Saínes Edgar², Lagunes-Quintanilla Rodolfo², Olmedo-Juárez Agustín², Zaragoza-Bastida Adrian¹

¹Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Avenida Universidad Km. 1 s/n Exhacienda Aquetzalpa, 43600 Tulancingo, Hidalgo, México. ²Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Parasitología Veterinaria (CENID PAVET-INIFAP), Carretera Federal Cuernavaca-Cuatla No. 8534/Col. Progreso, A.P. 206-CIVAC, C.P. 62550 Jiutepec, Morelos, México. mi435497@uaeh.edu.mx, nallely_rivero@uaeh.edu.mx, castro.edgar@inifap.gob.mx, lagunes.rodolfo@inifap.gob.mx, aolmedoj@gmail.com, adrian_zaragoza@uaeh.edu.mx.

RESUMEN

Las garrapatas son uno de los principales problemas a los que se enfrenta la industria cárnica y lechera, la presencia de estos ácaros representa una alta inversión para su control y erradicación, el uso indiscriminado de ixodicidas para el control de garrapatas ha traído consigo problemas de resistencia a estos compuestos, por tal motivo se han implementado alternativas de origen vegetal, como los aceites esenciales. El objetivo de la presente investigación fue determinar la actividad ixodicida *in vitro* del aceite esencial de *Mentha piperita* contra larvas de *Rhipicephalus microplus*. Como material biológico se emplearon larvas infectantes de *R. microplus*, y como ixodicida aceite esencial comercial de *M. piperita*, se realizó la prueba de inmersión larvaria en donde cada tratamiento se evaluó por triplicado, como control negativo se empleó Tween-20 al 18%. Se determinó que el aceite esencial de *M. piperita* presentó una mortalidad del 100% a una concentración del 2.0%, mientras que para el resto de las concentraciones las mortalidades oscilan entre 5.38% y 76.86%. Con respecto a la actividad ixodicida, Štefanidesová *et al.* (2019) evaluaron los aceites esenciales de *M. arvensis*, *M. piperita* y *M. spicata* sobre garrapatas infectadas con *Rickettsia slovaca*, determinando una eliminación de las garrapatas. Los resultados obtenidos en la presente investigación muestran que el aceite esencial de *M. piperita* presenta actividad ixodicida, por lo tanto, se considera como una alternativa al uso de compuestos sintéticos para el control de *R. microplus* en el ganado bovino.

Palabras clave: *Rhipicephalus microplus*, aceite esencial, actividad ixodicida.

Referencias bibliográficas

Štefanidesová, K., Špitalská, E., Csicsay, F., Friedländerová, V., Šáner, A., & Škultéty, L. (2019). Evaluation of the possible use of genus *Mentha* derived essential oils in the prevention of SENLAT syndrome caused by *R. slovaca*. *Journal of ethnopharmacology*, 232, 55–61. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.12.005>



2025-23-VET

Aislamiento de *Stenotrophomonas maltophilia* en muestras de vacas con mastitis en unidades de producción de lechería en el Estado de Hidalgo

Vargas-Monter Jorge¹³, Rivero-Pérez Nallely¹, Morales-Ubaldo Ana Lizet¹, Morales-Erasto Vladimir², Sifuentes-Saucedo Diana Maria³, Zaragoza-Bastida Adrián¹

¹Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Hidalgo, México. ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. ³Ingeniería en Producción animal, Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. jvargas@upfim.edu.mx, nallely_rivero@uaeh.edu.mx, mo260116@uaeh.edu.mx, vladmrls@yahoo.com.mx, dsifuentes@upfim.edu.mx, adrian_zaragoza@uaeh.edu.mx

RESUMEN

La mastitis afecta el bienestar de la vaca, reduce la producción de la leche y genera pérdidas económicas en los establos. La presencia de la enfermedad se asocia a la interacción de factores propios de la vaca, el ambiente de corrales, las prácticas de manejo en el ordeño y la presencia de microorganismos patógenos. El objetivo del trabajo fue identificar las bacterias asociadas a mastitis en vacas lecheras. Se colectaron muestras de leche de vacas con mastitis subclínica positivas a prueba de california grado 3 en 16 unidades de producción de lecherías en el estado de Hidalgo. Para el aislamiento bacteriano y purificación de las cepas se realizó por siembra en extensión superficial de placa de agar MacConkey, la identificación preliminar se realizó por pruebas bioquímicas, para identificación de género y especie se utilizó espectrometría de masas (MALDI-TOF MS 1000). Se aislaron 6 bacilos Gram negativos catalasa positiva, por medio del sistema MALDI-TOF se identificó que una de las seis cepas correspondió con *Stenotrophomonas maltophilia*, bacteria poco frecuente en mastitis bovina y con multirresistencia antimicrobiana (Kabui *et al.*, 2024). He y colaboradores 2023, reportaron que dietas altas en concentrados inducen mastitis en las vacas lecheras y que la presencia de *S. maltophilia* aumentaba significativamente tanto en la microbiota del rumen como en la de la leche. Se aisló *S. maltophilia* de muestras con mastitis en unidades de producción de lechería en el Estado de Hidalgo, bacteria con reporte de migración de rumen a leche y con multirresistencia antimicrobiana.

Palabras clave: mastitis bovina, MALDI-TOF, vacas lecheras

1. He, Z., Zhao, C., He, Y. 2023. Enterogenic *Stenotrophomonas maltophilia* migrates to the mammary gland to induce mastitis by activating the calcium-ROS-AMPK-mTOR-autophagy pathway. J Animal Sci Biotechnol 14, 157. <https://doi.org/10.1186/s40104-023-00952-y>



2025-24-VET

Actividad anticoccidial del aceite esencial de *Lippia graveolens* contra *Eimeria* spp. *in vitro*.

**Noguez-Estrada Juan¹, Zaragoza-Bastida Adrián¹, Orozco-Gregorio Héctor Oscar²,
Zúñiga-Estrada Erick Alfredo², José Estaban Aparicio-Burgos³, Rivero-Pérez Nallely^{1*}**

¹Area Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, no4726172@uaeh.edu.mx, adrian_zaragoza@uaeh.edu.mx, nallely_rivero@uaeh.edu.mx ²Ingeniería en Producción Animal, Universidad Politécnica de Francisco I Madero horozco@upfim.edu.mx, eestrada@upfim.edu.mx Escuela Super Apan, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo jose_aparicio@uaeh.edu.mx

RESUMEN

Los conejos son susceptibles a enfermedades que afectan su salud, ocasionando pérdidas económicas y poniendo en riesgo la producción. Una de estas enfermedades es la coccidiosis, provocada por especies del género *Eimeria*, que afectan a los animales, generalmente después del destete. Para su control, se utilizan fármacos que, por su mal uso, han inducido el desarrollo de resistencia en el parásito. Actualmente, se buscan alternativas naturales de tratamiento, destacando el uso de aceites esenciales de plantas con potencial anti-*Eimeria*. El objetivo del presente estudio fue evaluar *in vitro* el efecto del aceite esencial de *Lippia graveolens* en la inhibición de la esporulación de *Eimeria* spp. de *Oryctolagus cuniculus*. Se obtuvo aceite esencial de *Lippia graveolens* por arrastre de vapor, utilizando partes aéreas de la planta (250 g). Como material biológico, se utilizaron en promedio 200 ooquistes de *Eimeria* spp., por pozo, obtenidos de heces de conejos naturalmente infectados, colocando los ooquistes en 100 µl de Solución Salina Fisiológica (SSF) y 100 µl del aceite del 50 al 0.39%, por triplicado, utilizando como control positivo formol (10%) y sulfas (32 mg/mL) y como control negativo SSF (0.9%). Los porcentajes de inhibición de la esporulación se registraron a las 72 h y fueron analizados mediante ANOVA y prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) en el software SAS (2002). La inhibición máxima se obtuvo con 50 (98.12 ± 0.19^a) y 25% (91.87 ± 0.15^{ab}), siendo superior al formol (89.62 ± 0.32^{bcd}) y sulfas (82.57 ± 0.51^e), a su vez, la concentración de 0.39% se registró la inhibición más baja (61.37 ± 0.21^d). Debido a la resistencia que desarrollan las Eimerias contra algunos fármacos coccidias, se buscan alternativas de control, de acuerdo con, Betancourt, *et al.*, (2019), el alto contenido de timol del aceite de *Lippia origanoides* mostró un efecto beneficioso sobre el peso corporal y en la conversión alimenticia en pollos inoculados con ooquistes atenuados viables de *Eimeria*. Mientras que Quintanilla *et al.*, en 2020, al utilizar un extracto metanólico de *Lippia graveolens* reportaron una actividad antiprotozoaria significativa en ensayos *in vitro* contra *E. histolytica*, con una



concentración inhibitoria del 50% (IC50) a dosis de entre 28 y 154 µg/mL. Sidiropoulou, *et al.*, (2020), informan que con 100 µg/mL de aceite esencial de orégano se inhibió la esporulación de *Eimeria tenella* en un 83% y 93% después de 2 y 24 h en ensayos *in vitro*. En el presente estudio, el aceite esencial de *Lippia graveolens* inhibió la esporulación de ooquistes, por lo que podría ser una alternativa para el control de *Eimeria* spp. en unidades de producción cunícola, sin embargo, es necesario identificar los metabolitos secundarios responsables de la actividad.

Palabras clave: Actividad anticoccidial, *Lippia graveolens*, *Eimeria* spp., conejos

1. Betancourt, L., Hume, M., Rodríguez, F., Nisbet, D., Muhammad Umar, S.M., Afanador, T.G. 2019. Effects of Colombian oregano essential oil (*Lippia origanoides* Kunth) and *Eimeria* species on broiler production and cecal microbiota. *Poultry Science*, 98 (10): 4777-4786, ISSN 0032-5791, <https://doi.org/10.3382/ps/pez193>.
2. Quintanilla-Licea, R.; Vargas-Villarreal, J., Verde-Star, M.J., Rivas-Galindo, V.M., Torres-Hernández, Á.D. (2020). Antiprotozoal Activity Against *Entamoeba histolytica* of Flavonoids Isolated from *Lippia graveolens* Kunth. *Molecules*, 25, 2464. <https://doi.org/10.3390/molecules25112464>
3. Sidiropoulou Erasmia, Skoufos Ioannis, Marugan-Hernandez Virginia, Giannenas Ilias, Bonos Eleftherios, Aguiar-Martins Kelsilandia, Lazari Diamanto, Blake Damer P., Tzora Athina. 2020. In vitro Anticoccidial Study of Oregano and Garlic Essential Oils and Effects on Growth Performance, Fecal Oocyst Output, and Intestinal Microbiota *in vivo*. *Frontiers in Veterinary Science*. 7, <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00420>



2025-25-VET

Detección molecular de agentes infecciosos en bovinos de Chihuahua

Rojas-Anaya E^{1*}, Castañeda Chaparro JI², Cerón Téllez F³, Román Ponce SI¹, Ricardo González ID³, Martínez Quintana JA², Herrera Lopez E³, Castillo Rangel F², Chávez Ruiz MG¹

1 Campo Experimental La Campana, INIFAP; 2 Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH; 3 CENID-Salud Animal e Inocuidad, INIFAP. *Autor de correspondencia: edith_ra23@hotmail.com

Antecedentes. El sistema “vaca–cría” es el más utilizado en la zona norte del país y más de la mitad de las 196 millones hectáreas en México se utilizan para la producción de ganado (Peel et al., 2011; González-Padilla et al., 2019). En la actualidad, México cuenta con 4,629,134 unidades de producción donde se realiza alguna actividad ganadera bovina; de éstas en 2,458,952 están relacionados con bovinos, de las cuales 1,002,662 se dedican a la producción de carne de bovino. En este sentido, Chihuahua cuenta con 85,628 unidades de producción, donde se realiza alguna actividad ganadera, que corresponden al 1.85% del total nacional. En el Municipio de Madera, Chihuahua se cuenta con 1,917 unidades de producción, donde se realiza alguna actividad ganadera, que corresponden al 2.31% del total del estado de Chihuahua (INEGI, 2023).

Una de las actividades de mayor relevancia dentro del manejo integral de los hatos ganaderos es la vigilancia sanitaria de los mismos, así como la implementación de medidas de control y bioseguridad. Lo anterior ya que impacta en la productividad y rentabilidad de cualquier unidad de producción animal. Las malas prácticas de manejo, la ausencia de detección de agentes infecciosos, así como el inadecuado control de enfermedades y esquemas de vacunación y/o manejo sanitario, conllevan a pérdidas económicas de los ganaderos. Este estudio se llevó a cabo en el área de influencia de la Compañía Minera Dolores en el cual se ha implementado el modelo de Grupos Ganaderos de Validación y Transferencia de Tecnología (GGAVATT). La implementación del modelo GGAVATT ha tenido un impacto positivo en la adopción de tecnologías en los ranchos ganaderos participantes mejorando la productividad y sustentabilidad de los productores.

Justificación. El modelo GGAVATT ha funcionado en diferentes estados productivos en el entorno ganadero, y muchas veces las tecnologías implementadas requieren seguimiento y evaluación, una de las prácticas es lo relacionado con la sanidad. Con la intención de contribuir a establecer la base del estatus sanitario del hato de ganado de los cinco grupos GGAVATT que se hacen mención previamente, se planteó el objetivo de identificar la presencia de algunos agentes infecciosos mediante ensayos



moleculares, que podrían estar presentes en los bovinos de productores cooperantes para establecer medidas de control y manejo sanitario dirigidas a aumentar la productividad de los ranchos en el estado de Chihuahua.

Métodos. Se muestrearon 72 bovinos hembras adultas aparentemente sanas de ranchos del municipio de Madera, Chihuahua de productores cooperantes pertenecientes a cinco GGAVATT formados en dicho municipio. Se tomaron muestras de hisopados nasofaríngeos, rectales y sangre para la obtención de suero. Para los hisopados, se utilizaron hisopos de dacrón en medio de transporte L15 con antibióticos y antimicóticos, las muestras fueron transportadas en cadena fría hasta el laboratorio. Con la finalidad de identificar diferentes agentes infecciosos, se utilizó como técnica la reacción en cadena de la polimerasa para la detección específica de los siguientes agentes: coronavirus bovino (CoVb), diarrea viral bovina (DVB), parainfluenza 3 bovino (PI3B) y herpesvirus bovino tipo 1 (IBR), *Pasteurella multocida* (Pm), *Mannheimia haemolytica* (Mh), *Mycoplasma bovis* (Mb), *Leptospira interrogans* (Li), *Mycobacterium avium subespecie paratuberculosis* (PTB). Dicho muestreo fue llevado a cabo durante el mes de febrero del año 2024. A partir de las muestras se realizó la extracción del material genético utilizando el kit comercial FavorPrep™ Viral DNA/RNA Kit y fue almacenado a -80 °C. Con el ARN extraído se sintetizó ADN complementario para utilizarlo como plantilla para la detección molecular de los virus ARN antes mencionadas mediante PCR en punto final. Adicionalmente, utilizando el ADN extraído se amplificó un fragmento del genoma del IBR y de las bacterias mencionadas. Los productos de PCR fueron visualizados en geles de agarosa al 1.7%. Adicionalmente a lo molecular, y con la finalidad de determinar la prevalencia de la leptospirosis en el hato, a partir de las muestras de sangre se obtuvo el suero y se utilizó la técnica de aglutinación microscópica (MAT) como prueba de referencia utilizando seis serovares de *Leptospira* más frecuentes en México (tres cepas de referencia: Pomona, Wolffii, Tarassovi y tres aislamientos nacionales: Hardjo (Inifap H-89), Icterohaemorrhagiae (Palo Alto) y Canicola (Portland vere). El criterio para asignar el título de anticuerpos a cada suero fue, el último título donde se observó una aglutinación mayor al 50%, los sueros con títulos de 1:50 se tomaron como negativos y el punto de corte para un suero positivo fue a partir de 1:100.

Resultados y discusión. La causa principal de enfermedad y muerte en el ganado a nivel mundial es el Complejo Respiratorio Bovino (CRB), causando pérdidas económicas de gran impacto. El CRB conlleva una disminución de la producción que pueden ir desde el 20- 75% y el principal desafío para los técnicos y propietarios de animales es la detección oportuna de estas enfermedades en los animales, ya que el no actuar puede dejar a los animales en condiciones de susceptibilidad frente a otros. La



etiología relacionada con este complejo es por supuesto multifactorial que incluyen riesgos ambientales y/o manejo. Además, los agentes involucrados en este complejo pueden estar involucrados en otros síndromes que incluyen gastroenteritis y enfermedades reproductivas (Urban y Grooms, 2012). Aunado a lo anterior, están los factores relacionados con el hospedero como la predisposición de la especie, la edad y desde luego el estado inmunitario individual y de hato (Yus et al., 2013). En este contexto, es gran relevancia contar con información epidemiológica específica de los ranchos en los que se pretende incrementar la productividad, como es el caso de los productores involucrados en el proyecto GGAVATT en el estado de Chihuahua. Derivado de los muestreos descritos previamente se obtuvieron los siguientes resultados expresados en porcentaje de prevalencia de las muestras totales: DVB 11.1%, IBR 4.16%, VSRB 0%, CoVB 0%, PI-3 0%, Mh 29.16%, Pm 19.14%, PTB 15.27%, Mb 6.94%. En el caso de la identificación de *Leptospira*, se encontró una prevalencia acumulada de 98% para la presencia de alguna de los serovares. Teniendo 68.04 para la serovar Wolffi, 2.52% para Tarassovi, 1.68% para serovar H-89, 58.76% para la serovar Palo Alto y 26.88% serovar Portland vere. En este sentido, cabe mencionar que los bovinos muestreados para este estudio como se mencionó son hembras de diferentes edades y razas, por lo que no fue posible realizar asociaciones de la presencia de alguno de los agentes con estos factores. Por otra parte, es de resaltar que no hay vacunación u otras medidas de prevención o manejo para la mayoría de los agentes evaluados a excepción de algunos individuos vacunados contra DVB y/o IBR. Las condiciones de producción detectadas mediante el diagnóstico estático de estos productores permitieron identificar que básicamente la vigilancia está centrada a detectar tuberculosis bovina (*Mycobacterium bovis*) y brucelosis bovina (*Brucella abortus*) y solamente cuando se requiere realizar. Por lo que realizar detecciones de otros agentes infecciosos que ponen en vulnerabilidad la salud general de los animales es vital en las unidades de producción dado su impacto significativo en la producción de becerros.

Conclusiones. Al realizar por primera vez un ejercicio de detección de agentes infecciosos en los ranchos ganaderos de la región del Municipio de Madera en el estado de Chihuahua, da un panorama de la situación sanitaria en los mismos, en donde las condiciones de producción tienen diversas particularidades derivadas de la ubicación geográfica y climatológica. Si bien pareciera que algunas de las prevalencias son elevadas, esto es una primera aproximación. Cabe mencionar que la mayoría de los ranchos involucrados no llevaban registros adecuados del ganado en el sentido de número de abortos por ejemplo u otros parámetros productivos, por lo que los datos epidemiológicos obtenidos serán la línea base bajo la cual los técnicos asesores de



cada GGAVATT podrán implementar las medidas de control y prevención de manera dirigida.

Reconocimientos. Este trabajo fue desarrollado mediante el financiamiento de los proyectos: “Proyecto de validación y transferencia de tecnología en ganadería en el Ejido Huizopa del Municipio de Madera, Chihuahua” y “Desarrollo y validación de técnicas isotermales para una rápida detección molecular de las principales enfermedades del ganado bovino.



2025-26-VET

Distribución temporal de la rabia parálítica bovina en México: 2017 a 2023

Morales-Ubaldo Yesica Anayanci¹, Rivero-Pérez Nallely¹, Benjamín Valladares-Carranza², Morales-Ubaldo Ana Lizet¹, Ríos-Argüelles Noe¹, Zaragoza-Bastida Adrián*¹

¹Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Hidalgo, México. ²Universidad Autónoma de Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Estado de México. México. mo319517@uaeh.edu.mx, rivero@uaeh.edu.mx, bvalladaresc@uaemex.mx, ubaldolizet8@gmail.com, noe_rios9305@uaeh.edu.mx, adrian_zaragoza@uaeh.edu.mx

Resumen

La rabia parálítica bovina (RPB) representa un grave problema dentro del sector agropecuario debido a su alta letalidad. En México la RPB es endémica en 26 estados, sin embargo, en los últimos años se ha notificado su presencia en estados que son considerados libres de la enfermedad, por lo que es necesario monitorear continuamente su distribución. El objetivo de la presente investigación fue determinar la distribución espacial anual de la RPB en México durante el periodo 2017 a 2023. Se recopiló la información acerca de casos positivos disponible en los boletines del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica, así como la población bovina y las coordenadas geográficas, se calcularon tasas de prevalencia por cada año y se construyeron mapas de coloración graduada en el programa ArcView GIS 3.2. A través del estadístico SaTScan, se detectaron clústeres de RPB, con un modelo puramente espacial de Poisson y una ventana de escaneo de 25 y 50%. Se observó que, durante los primeros años, el estado de Nayarit presentó la mayor prevalencia de casos con tasas desde 4.9 hasta 14.3 casos de RPB por cada 100,000 cabezas de ganado, mientras que en los últimos tres años los estados con mayor prevalencia fueron Quintana Roo (7.4 y 8.1) y Tabasco (5.9). Se detectaron 3 clústeres (Sur, centro y Nayarit). Durante 2017 y 2018 Nayarit reportó un RR de 21 y 13, mientras que el clúster ubicado en el sur pasó de reportar un RR de 4 en 2019 a 6 en 2023. Ortega-Sánchez *et al.*, 2024 determinaron que el mayor riesgo se presenta principalmente en el sur, la Huasteca, Nayarit y la Península de Yucatán coincidiendo con la presente investigación. La RPB se presenta de forma regular en casi todo el país, sin embargo, las zonas ganaderas con climas tropicales y subtropicales son las que reportan el mayor número de casos, por lo que es necesario intensificar las medidas de prevención y control en estas zonas geográficas.

Palabras clave: Rabia parálítica bovina, distribución, México



2025-27-VET

**Análisis comparativo de los mecanismos de resistencia antimicrobiana de
*Corynebacterium pseudotuberculosis***

Dan Israel Zavala-Vargas, Roberto Montes-de-Oca-Jiménez

Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México, danisraelz@gmail.com, romojimenez@yahoo.com

Resumen

Corynebacterium pseudotuberculosis es una bacteria intracelular Gram-positiva que causa linfadenitis caseosa, generando pérdidas económicas significativas en el ganado al afectar la condición física del animal, conllevando a pérdidas en la producción de leche y carne. En este estudio, realizamos un análisis comparativo de fenotipos y genotipos de resistencia a los antimicrobianos. Inicialmente, realizamos una búsqueda extensiva de antibióticos que fueron reportados con resistencia antimicrobiana en *C. pseudotuberculosis* y comparamos los resultados con nuestra predicción de genes de resistencia (Resistoma). Para este propósito, 227 genomas de *C. pseudotuberculosis* obtenidos de la base de datos NCBI y fueron analizados *in silico*, utilizando el Identificador de Genes de Resistencia (RGI) de la base de datos integral de genes de resistencia a antibióticos. Como resultado, observamos que en la literatura se ha reportado alta resistencia a betalactámicos como penicilina, amoxicilina y clindamicina, así como gentamicina, kanamicina, eritromicina, clindamicina y timitropim/sulfametoxazol. La mayoría de estos datos son consistentes con nuestra predicción de secuencias de resistencia a antibacterianos. Aunque pudimos predecir muchas secuencias de resistencia, una gran parte de ellas no han sido reportadas fenotípicamente. Esto puede explicarse por la presencia de otros factores involucrados en la expresión fenotípica. También pudimos observar la presencia de genes de resistencia reportados en estudios previos que concuerdan con nuestro análisis. Nuestro estudio también ofrece algunas recomendaciones de antimicrobianos reportados con menor resistencia que pueden usarse en el tratamiento de la linfadenitis caseosa en ovejas.

Introducción

C. pseudotuberculosis provoca infecciones crónicas llamada linfadenitis caseosa (LAC) en diferentes tipos de ganado como ovejas, cabras, caballos, llamas, camellos, búfalos, alpacas, y también humanos. Aunque, principalmente infecta ovejas y cabras (Ruiz et al 2020). Con menor frecuencia también puede causar neumonía, hepatitis, mastitis, artritis, orquitis, abscesos subcutáneos, abortos, mortalidad perinatal y mastitis en



ganado vacuno y búfalos (Osman et al, 2018). El tratamiento generalmente implica terapia con antibióticos, a menudo a base de penicilina, y drenaje quirúrgico para la LCL externa. El manejo de la LCL interna requiere un enfoque más individualizado según la gravedad y la ubicación de la infección. Por el contrario, la LCL interna implica la formación de abscesos en los órganos internos y los ganglios linfáticos, que a menudo provocan signos sistémicos como pérdida de peso, dificultad respiratoria y disminución de la productividad. El uso de cercas de alambre de púas para proteger las granjas de ovejas y cabras es una de las prácticas de manejo deficientes más importantes que causan heridas con infección posterior (Guimarães et al, 2011). La enfermedad se transmite principalmente a través de la ruptura de abscesos y otros animales pueden estar sujetos a la infección por *C. pseudotuberculosis*, ya sea por contacto directo con el animal enfermo o infección indirecta a través del ambiente contaminado (Baird and Fountain, 2007).

Esta enfermedad ha sido reportada en diversos países que se ocupan de la producción de pequeños rumiantes como China, Australia, Brasil, México, Paraguay, Canadá, Turquía, Chile, Argentina y Reino Unido, mostrando evidencias de afectaciones en la producción (Gao et al., 2018; Windsor., 2014). La frecuencia de presentación de la enfermedad en cada región o país depende principalmente del tipo de explotación ganadera, siendo en la mayoría de los casos una enfermedad muy extendida pero escasamente notificada.

Para el tratamiento de *C. pseudotuberculosis*, se han desarrollado diferentes vacunas, sin embargo, aún no están disponibles en todos los países productores de pequeños rumiantes, incluido México. En algunos casos estas vacunas no previenen la infección, y presentan problemas como tasas de protección variables o reacciones adversas (Rodríguez et al 2021). Debido a esto, el principal tratamiento contra este patógeno es mediante antimicrobianos. La aparición y propagación de la resistencia a los antimicrobianos es un problema relevante, generando un tratamiento ineficiente contra la LAC. Con base en los resultados de varios estudios sobre diferentes *Corynebacterium* spp. Se han encontrado diferentes mecanismos de resistencia como, alteración de las proteínas de unión a penicilinas (García-Bravo et al, 1996), cambio del sitio de unión del ribosoma (23S rRNA) (metilación) o modificación en el modo de flujo activo del antibiótico desde la célula o inhibición del antibiótico por enzimas (Arthur et al 1990).

Justificación

En los últimos años la ovinocultura mexicana se ha fortalecido de manera considerable, incrementando el número de unidades de consumo. Sin embargo, la Linfadenitis caseosa es una enfermedad que genera afectaciones importantes en este sector disminuyendo de la producción de lana, carne y leche, así como generando desórdenes reproductivos en el ganado, esto repercute económicamente en la cadena de



producción ganadera mexicana. Con esta investigación buscamos determinar los patrones de resistencia y genes de resistencia de los aislados de *C. pseudotuberculosis* para implementar un mejor plan de tratamiento en localidades endémicas de este patógeno. Además, conocer los genes de resistencia proporcionara una mayor información sobre los patrones de resistencia emergente.

Metodología

Utilizamos el Identificador de genes de resistencia (RGI) para predecir resistomas metagenómicos utilizando datos de referencia de la base de datos integral de resistencia a los antibióticos (CARD), una base de datos curada que proporciona secuencias de referencia y herramientas para el análisis y el seguimiento de resistomas; se analizaron 227 secuencias de *C. pseudotuberculosis* (Swain et al, 2020). Se consideró que los resultados tenían una identidad superior al 40 % en comparación con las secuencias ontológicas. Los genomas analizados se obtuvieron de los conjuntos de datos del NCBI enviados a GenBank (Clark et al, 2016).

Resultados

Para comprender los mecanismos de RAM en *C. pseudotuberculosis*, se realizó una búsqueda exhaustiva de antibióticos reportados con resistencia a este organismo en donde encontramos antibióticos con alta resistencia como penicilina, amoxicilina, doxiciclina, además de gentamicina, clindamicina, eritromicina y trimetoprima/sulfametoxazol.

Por otro lado, en este estudio, se predijo una combinación de genes de resistencia, de 15 genes involucrados en alterar los objetivos de los antibióticos, de los cuales *gyrB*, *EF-Tu*, *gyrA*, *vanI*, *lmrC*, *mupB*, *murA*, *uL3*, *embC*, *pncA* y *thyA* estuvieron presentes en todos los genomas analizados, mientras que los genes *vanG*, *clbB* y *folP* solo se presentaron en algunas cepas. Aunque *folP* codifica la enzima dhps dirigida a sulfonamidas, en este caso se observó el polimorfismo de un solo nucleótido T53P. También se observaron genes vinculados a bombas de eflujo de antibióticos como; *ailR*, *nalc*, *bcrA*, *tet(3)*, *macB* *Lmrs*, *AmvA*, *aadT*, *TaeA*, *LmrS*.

Discusión

En esta investigación pudimos predecir una combinación de genes de resistencia, de la cual destacan mecanismos como bombas de eflujo de antibióticos, alteración de diana de antibióticos, inactivación de antibióticos, sustitución de objetivos antibióticos, protección antibiótica y permeabilidad de membrana reducida.

Uno de los hallazgos más relevantes de esta investigación es el reporte de bombas de eflujo de antibióticos, este es un mecanismo que no se había reportado previamente en



C. pseudotuberculosis y del cual, nuestro estudio pudo predecir 10 genes relacionados. Junto con estos, encontramos al gen *macB* que es una bomba de eflujo tripartita con, de la cual pudimos detectar una gran cantidad de copias presentes en todos los genomas analizados. En total pudimos predecir 35 genes de resistencia de los cuales 23 son intrínsecos a este organismo y 12 podrían considerarse extrínsecos ya que no se encuentran en todos los genomas analizados. Además, dentro de los antibióticos con menor resistencia reportados bibliográficamente pudimos encontrar, cefotaxima, meropenem, bacitracina y claritromicina, estos antibióticos han presentado bajos fenotipos de resistencia y pocas similitudes encontradas con genes de resistencia.

Conclusión

Al analizar la relación entre fenotipo y genotipo, observamos que, aunque este organismo porta múltiples genes de resistencia, en muchos casos no se ha reportado su expresión. Esto puede deberse a diferentes factores que son muy difíciles de predecir. Por ello, observar la evolución del proceso infeccioso es fundamental para el tratamiento de este patógeno. Para encontrar una solución funcional es necesario el desarrollo de herramientas capaces de correlacionar datos fenotípicos, genotípicos y ambientales, permitiendo una visión completa de la expresión fenotípica de la resistencia bacteriana.

Referencias

Arthur, M.; Nolin, C.; Mabilat, C. and Courvalin, P. (1990): Detection of erythromycin resistance by the polymerase chain reaction using primers in conserved region of *erm* rRNA methylase genes. *Antimicrob Agents Chemother*, 34 (10): 2024-2026. Baird, G.J. and Fontaine, M.C. (2007): *Corynebacterium pseudotuberculosis* and its role in ovine caseous lymphadenitis. *J Comp Pathol*, 137 (4): 179-210.

Carrillo, G., Ortega, S., & Hernández, S. (2005). Prevalencia de linfadenitis caseosa en hatos caprinos de la Comarca Lagunera de Durango. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 4(1), 51-56. <https://doi.org/10.3390/ani10111962>.

Clark K, Karsch-Mizrachi I, Lipman DJ, Ostell J, Sayers EW. GenBank. *Nucleic Acids Res*. 2016 Jan 4;44(D1):D67-72. doi: 10.1093/nar/gkv1276. Epub 2015 Nov 20. PMID: 26590407; PMCID: PMC4702903.

García-Bravo, M.; Aguado, J.M.; Morales, J.M. and Noriega, A.R. (1996): Influence of external factors in resistance of *Corynebacterium urealyticum* to antimicrobial agents. *Antimicrob Agents Chemother*, 40 (2): 497-499.

Gao, H., Ma, Y., Shao, Q., Hong, Q., Zheng, G., & Li, Z. (2018). Genome sequence of *Corynebacterium pseudotuberculosis* strain KM01, isolated from the abscess of a goat in Kunming, China. *Genome Announcements*, 6(11), e00013-18. <https://doi.org/10.1128/genomeA.00013-18>.



Guimarães, A.S., Carmo, F.B., Heinemann, M.B., Portela, R.W.D., Meyer, R., Andrey, P.L. (2011). High sero-prevalence of caseous lymphadenitis identified in slaughterhouse samples as a consequence of deficiencies in sheep farm management in the state of Minas Gerais, Brazil. *BMC Vet Res.* 7: 68.

Osman AY, Nordin ML, Kadir AA, Saharee AA (2018) La epidemiología y la fisiopatología de la linfadenitis caseosa: una revisión. *J Vet Med Res* 5(3): 1129.

Rodríguez Domínguez, M. C., Montes de Oca Jiménez, R., & Varela Guerrero, J. A. (2021). Linfadenitis caseosa: Factores de virulencia, patogénesis y vacunas. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12(4), 1221-1249. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i4.5699>

Ruiz, H., Ferrer, L. M., Ramos, J. J., Baselga, C., Alzuguren, O., Tejedor, M. T., de Miguel, R., & Lacasta, D. (2020). The relevance of caseous lymphadenitis as a cause of culling in adult sheep. *Animals*, 10(11), 1962. <https://doi.org/10.3390/ani10111962>.

Swain, S. S., Sharma, D., Hussain, T., & Pati, S. (2020). Molecular mechanisms of underlying genetic factors and associated mutations for drug resistance in *Mycobacterium tuberculosis*. *Emerging Microbes Infections*, 9*, 1651–1663. doi: 10.1080/22221751.2020.1785334.

Varela, G. J. A., Montes de Oca, J. R., Acosta, J. D., Hernández, F. L., Morales, E. V., & Monroy, S. G. H. (2018). First report of isolation and molecular characterization of the pathogenic *Corynebacterium pseudotuberculosis* from sheep and goats in Mexico. *Microbial Pathogenesis*, 117, 304-309. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.02.043>

Windsor, P.A. (2011). Control of Caseous Lymphadenitis. *Vet Clin Food Anim* 2011; 27: 193–202.



2025-28-VET

Efecto del origen del líquido ruminal sobre la digestibilidad *in vitro*

Rosendo-Ponce Adalberto¹, Luna-Rodríguez Lorena^{2*}, Moreno-García Guillermo Armando¹, Vargas-Romero Juan Manuel², Alemán-López Viridiana² y Cortés-Zorrilla José²

¹Colegio de postgraduados Campus Veracruz. Carretera Xalapa Veracruz 140, C.P. (91700) Veracruz, México. ²Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Avenida San Rafael Atlixco 186, Colonia Vicentina, C.P. (09340), Iztapalapa, Ciudad de México.

*Autor de correspondencia: llunaro@xanum.uam.mx

RESUMEN

El creciente interés por el bienestar animal en las investigaciones científicas ha impulsado la búsqueda de alternativas para la toma de muestras y manejo de animales experimentales. El objetivo del estudio fue comparar dos técnicas de extracción de líquido ruminal para el análisis de la digestibilidad *in vitro* de una dieta compuesta 93% de ensilado de maíz y 7% de concentrado, con el fin de determinar la digestibilidad en MS, la FDN, FDA y pH. Se utilizaron dos técnicas de extracción de líquido ruminal: (MET1) extracción de líquido ruminal de un toro Holstein de cinco años con cánula y (MET2) se recolectó líquido ruminal de un rastro de Temamatla, obteniendo la muestra de líquido ruminal de cuatro rúmenes de toros de engorda. Ambas técnicas se realizaron utilizando la incubadora Daisy-Ankom en cinco periodos de tiempo (0, 12, 24, 36 y 48 horas). Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre MET1 y MET2 en el nivel de pH del líquido ruminal. Sin embargo, sí se encontraron diferencias ($p > 0.05$) en la digestibilidad *in vitro* de la MS, así como en los porcentajes de FDN y FDA. En conclusión, el origen del líquido ruminal utilizado en las pruebas influye en los resultados obtenidos.

Palabras clave: bienestar animal, bioética, microorganismos ruminales, técnicas de laboratorio.

ABSTRACT

The growing interest in animal welfare in scientific research has driven the search for alternatives for sample collection and the management of experimental animals. The objective of the study was to compare two ruminal fluid extraction techniques for *in vitro* digestibility analysis of a diet composed of 93% corn silage and 7% concentrate, in order to determine digestibility in dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), and pH. Two ruminal fluid extraction techniques were used: (MET1) extraction of ruminal fluid from a five-year-old Holstein bull via a cannula, and (MET2) collection of ruminal fluid from a slaughterhouse in Temamatla, obtaining the



ruminal fluid sample from four ruminants of fattening bulls. Both techniques were performed using the Daisy-Ankom incubator at five time periods (0, 12, 24, 36, and 48 hours). The results showed no significant differences ($p < 0.05$) between MET1 and MET2 in the pH level of the ruminal fluid. However, differences ($p > 0.05$) were found in the *in vitro* digestibility of DM, as well as in the percentages of NDF and ADF. In conclusion, the origin of the ruminal fluid used in the tests influences the obtained results.

Key words: animal welfare, bioethics, ruminal microorganisms, laboratory techniques.

INTRODUCCIÓN

La bioética se ha definido como la "relación ética de los seres humanos con los animales y las plantas" (Natacha y Cambra, 2013), "el estudio sistemático de la conducta humana en las ciencias de la vida y la salud, a la luz de valores y principios morales", o "el estudio de los dilemas éticos que surgen de la investigación biológica y sus aplicaciones, como la ingeniería genética o la clonación" (CNB, 2024).

El cálculo de la digestibilidad es una herramienta clave para determinar la disponibilidad de la dieta y su efecto sobre la nutrición de los animales. Por ello, se han desarrollado diversos métodos para analizarla (Osorio-Carmona et al., 2012).

Si bien las técnicas de laboratorio utilizadas para estimar la digestibilidad (*in vivo*, *in situ* e *in vitro*) son fundamentales para determinar el valor nutritivo de los alimentos (Van Soest et al., 1978), actualmente se debate si las técnicas empleadas para obtener líquido ruminal son las más apropiadas y respetuosas con el bienestar de los animales experimentales. Por ello, se han emitido recomendaciones para minimizar el sufrimiento animal.

En este contexto, el objetivo de este estudio fue comparar dos técnicas de extracción de líquido ruminal para el análisis de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (MS), la fibra detergente neutro (FDN), la fibra detergente ácido (FDA) y el nivel de pH, utilizando una dieta compuesta por ensilado de maíz y concentrado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de la muestra

Para la obtención del líquido ruminal, se utilizaron dos técnicas de extracción. En la primera metodología (MET1), se obtuvieron 2 L de líquido ruminal de un toro sano de la raza Holstein, de cinco años, con cánula ruminal, y alimentado únicamente con avena henoificada. Este material biológico fue trasladado al Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. En la segunda metodología (MET2), se obtuvieron 4 L de líquido ruminal de cuatro toros de engorda sacrificados en el rastro "Temamatla". Este material biológico fue llevado a la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. En



ambas metodologías, el líquido ruminal se mantuvo a 39 °C y en condiciones anaeróbicas hasta su uso.

Análisis de laboratorio

Se utilizó una dieta compuesta por 93 % de ensilado de maíz y 7 % de concentrado comercial. Además, se realizó el análisis químico proximal de ambos ingredientes que conforman la dieta integral (Tabla 1), en el que se determinó el porcentaje de materia seca (MS), base húmeda (BH), cenizas, materia orgánica (MO), proteína (AOAC, 2005), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácida (FDA). Asimismo, se midió el pH del ensilado de maíz antes de su utilización.

Para las metodologías MET1 y MET2, se analizó la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), FDN y FDA en cinco períodos (0, 12, 24, 36 y 48 h), con tres repeticiones por tiempo. Se siguió el protocolo de la incubadora Daisy-Ankom y del digestor Ankom (Ankom Technology, Fairport, NY-USA, 2023).

El pH se midió utilizando un potenciómetro portátil Thermo Scientific Orion Star A111.

Tabla 1. Análisis químico de los componentes de la dieta experimental.

Composición química (%)	Ensilado de maíz	Concentrado
Materia seca	41.83	97.1
Base húmeda	58.19	2.9
Materia orgánica	95.56	89.5
Proteína	6.99	15.26
Cenizas	4.44	10.5
Fibra detergente neutra	46.69	33.32
Fibra detergente acida	27.34	15.3
pH	4.39	-

Análisis estadístico

Los resultados de los porcentajes de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (% DIGMS), la FDN y FDA residual de la digestibilidad y el nivel de pH se analizó con un modelo lineal mixto. Para analizar los datos se utilizó el programa estadístico R y se realizó la comparación de medias con la prueba de Tukey ($p \geq 0.05$).



RESULTADOS

Los niveles de pH en el líquido ruminal no mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$) durante los períodos de la digestibilidad *in vitro* (Tabla 2). En cuanto a la digestibilidad *in vitro* de la MS (%), se observó una diferencia significativa ($p < 0.05$) en la dieta integral, atribuida al efecto del líquido ruminal (Tabla 3). En la Tabla 4, relacionada con el contenido de FDN post-digestibilidad *in vitro* de la MS (%), se encontró una diferencia significativa ($p < 0.05$).

Tabla 2. pH ruminal registrado durante la digestibilidad *in vitro*.

Tratamiento	pH en líquido ruminal					
	Periodo (horas)					
	0	12	24	36	48	Global
MET1	6.58±0.15	6.56±0.05	6.59±0.04	6.46±0.00	6.49±0.00	6.54±0.06
MET2	6.91±0.31	6.57±0.01	6.56±0.00	6.56±0.01	6.52±0.02	6.62±0.16
Global	6.74±0.23	6.56±0.01	6.57±0.02	6.51±0.07	6.50±0.02	

MET 1: Líquido ruminal de bovino con cánula ruminal; MET2: Líquido ruminal de bovinos sacrificados en rastro.

Tabla 3. Porcentaje de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

Tratamiento	Periodo (horas)					Global
	0	12	24	36	48	
MET1	18.93±1.23 ^a	27.49±0.67	38.64±1.90 ^a	48.40±0.31 ^a	50.59±0.94	36.81±13.55
MET2	10.47±0.43 ^b	25.39±0.40	32.54±2.25 ^b	42.31±4.03 ^b	50.17±1.95	32.18±15.36
Global	14.70±5.98	26.44±1.48	35.59±4.31	45.36±4.31	50.38±0.30	

MET 1: Líquido ruminal de bovino con cánula ruminal; MET2: Líquido ruminal de bovinos sacrificados en rastro. ^{ab}: indica que hay diferencia estadística ($p \geq 0.05$) entre el mismo periodo de tiempo y por el líquido ruminal utilizado para la digestibilidad *in vitro*.



Tabla 4. Porcentaje de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca.
% FDN post-digestibilidad

Tratamiento	Periodo (horas)					Global
	0	12	24	36	48	
MET1	32.01±0.57 ^a	29.30±2.30 ^a	26.25±0.44 ^a	29.21±1.55 ^a	25.14±1.04 ^a	28.38±2.73
MET2	21.17±4.73 ^b	16.72±1.11 ^b	16.89±1.02 ^b	16.17±1.48 ^b	17.26±2.30 ^b	17.64±2.01
Global	26.59±7.67	23.01±8.90	21.57±6.62	22.69±9.22	21.20±5.57	

MET 1: Líquido ruminal de bovino con cánula ruminal; MET2: Líquido ruminal de bovinos sacrificados en rastro. ^{ab}: indica que hay diferencia estadística ($p \geq 0.05$) entre el mismo periodo de tiempo y por el líquido ruminal utilizado para la digestibilidad *in vitro*.

En la Tabla 5 en el porcentaje de FDA post-digestibilidad *in vitro* de la MS (%) se observó diferencia significativa ($p < 0.05$).

Tabla 5. Porcentaje de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca.
% FDA post-digestibilidad

Tratamiento	Periodo (horas)					Global
	0	12	24	36	48	
MET1	39.93±0.75 ^a	37.05±2.12 ^a	35.41±2.04 ^a	34.26±1.45 ^a	35.01±0.57 ^a	36.33±2.26
MET2	31.77±2.99 ^b	27.72±0.39 ^b	23.20±2.08 ^b	21.80±0.56 ^b	18.29±1.17 ^b	24.56±5.26
Global	35.85±5.77	32.39±6.60	29.31±8.63	28.05±8.81	26.65±11.82	

MET 1: Líquido ruminal de bovino con cánula ruminal; MET2: Líquido ruminal de bovinos sacrificados en rastro. ^{ab}: indica que hay diferencia estadística ($p \geq 0.05$) entre el mismo periodo de tiempo y por el líquido ruminal utilizado para la digestibilidad *in vitro*.

DISCUSIÓN

No se encontró diferencias significativas ($p > 0.05$) en el nivel de pH ruminal durante la digestibilidad *in vitro*; aunque, los niveles de pH se mantuvieron en los rangos óptimos (6.2 y 7.0) para el ambiente ruminal (Guevara-Garay *et al.*, 2012). La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIGMS) fue significativa ($p < 0.05$), observando mayores resultados en los periodos de las 24 y 36 horas, lo que concuerda con Giraldo *et al.* (2007) y Torres *et al.* (2009) quienes encontraron diferencias en la digestibilidad *in vitro* al utilizar pastos de diferente calidad con ovinos fistulados. En el caso de la FDN y FDA



se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$), observando que el líquido ruminal utilizado en la digestibilidad *in vitro* influyo en la degradación de las fibras durante este estudio; Rendón *et al.* (2013) al determinar digestibilidad *in situ* del ensilado de maíz (al 100 %), no encontraron diferencias significativas en la digestibilidad de la MS, sin embargo, encontraron diferencia significativa de la FDN a las 12 h (14.5 ± 1.2 %) y 96 h (51.8 ± 2.7 %), mientras que para la FDA solo se encontró diferencia a las 48 horas (45.5 ± 3.2 %).

CONCLUSIONES

El método de extracción del líquido ruminal utilizado en las pruebas de digestibilidad *in vitro* no afecta los niveles óptimos del pH ruminal e influye de manera significativa en la digestibilidad de la MS, FDN y FDA.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos profundamente al Colegio de Postgraduados, a la Universidad Autónoma Metropolitana y al proyecto “Fortalecimiento de las capacidades de adaptación al cambio climático en el sector ganadero”. Su colaboración y el esfuerzo conjunto de todos los involucrados han sido fundamentales para el éxito de este proyecto. Las valiosas contribuciones de cada uno han permitido avanzar significativamente en el fortalecimiento del sector ganadero.

LITERATURA CITADA

- Ankom Technology. 2023. Operator's Manual ANKOM Fiber Analyzer; ANKOM Technology; 2052 O'Neil Rd Macedon NY 14502. https://www.ankom.com/sites/default/files/document-files/A200_Manual.pdf
Consultado: 15 diciembre, 2023.
- AOAC 2005. Official Methods of Analysis of the Association of Official, 18th edición Published by the Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C. Capítulo 4.
- Consejo Nacional de Bioética (CNB). (2024) ¿Qué es bioética? <https://www.gob.mx/salud/conbioetica/articulos/que-es-bioetica#:~:text=Reich%2C%20en%20la%20que%20se,y%20de%20los%20principios%20morales>. (Recuperado en agosto de 2024).
- Giraldo, L. A., Gutiérrez, L. A. y Rúa, C. (2007). Comparación de dos técnicas *in vitro* e *in situ* para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 20: 269-279.



-
- Guevara-Garay, L. A., Gómez-Botero, J. C. y Ávila-Londoño, L. E. (2012). Frecuencia de suplementación y pH ruminal en bovinos. *Veterinaria y Zootecnia* 6: 125-133.
- Natacha, S. L., & Cambra, B. I. (2013). La bioética según Fritz Jahr: Idea y cosmovisión. Referencias contextuales y narrativas del surgimiento del concepto. En V Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología XX Jornadas de Investigación Noveno Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR (pp. xx-xx). Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Osorio-Carmona, E., Giraldo-Carmona, J., & Narváez-Solarte, W. (2012). Metodologías para determinar la digestibilidad de los alimentos utilizados en la alimentación canina. *Revista Veterinaria y Zootecnia*, 6(1), 87-97.
- Rendón, M. E., Noguera, R., Posada, S. L. (2013). Cinética de degradación ruminal del ensilaje de maíz con diferentes niveles de inclusión de vinaza. *Rev CES Med Zootec.* 8: 42-51.
- Torres, G. G., Arbaiza, F. T., Carcelén, C. F., & Lucas, A. O. (2009). Comparación de las técnicas *in situ*, *in vitro* y enzimática (celulasa) para estimar la digestibilidad de forrajes en ovinos. *Revista de Investigación Veterinaria del Perú*, 20, 5-9.
- Van Soest, P. J., Mertens, D. R., & Deinum, B. (1978). Factors influencing quality of conserved forage. *Journal of Animal Science*, 47(3), 712-720.



2025-29-VET

Viabilidad de embriones de *Apis mellifera* post-decorionización química usando el sistema de cultivo *in vitro* seco-húmedo

David Urbán-Duarte¹, Francisco Javier Ramírez-Ramírez², Horacio Álvarez-Gallardo¹, Claudia García-Figueroa², Laura Yavarik Alvarado-Ávila² y Miguel Enrique Arechavaleta-Velasco²

¹Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP; Jalisco, México. urban.david@inifap.gob.mx; alvarez.gallardo@inifap.gob.mx. ²Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal-INIFAP; Querétaro, México. garcia.claudia@inifap.gob.mx; ramirez.javier@inifap.gob.mx; alvarado.laura@inifap.gob.mx; arechavaleta.miguel@inifap.gob.mx

ANTECEDENTES

La producción, uso y consumo de miel en México se remonta a la época prehispánica. Hoy en día nuestro país se posiciona como uno de los principales productores y exportadores de miel a nivel global (Agricultura, 2024).

Por otro lado, en México se han reportado más de 2000 especies de abejas (Urbán-Duarte *et al.*, 2021), de las cuales destacan por su producción de miel las melíferas y las meliponas. Además de ser productoras de miel, las abejas son unos de los principales polinizadores de plantas silvestres y cultivadas, lo cual muestra su importancia dentro de la producción de granos, seguridad alimentaria, reproducción de plantas silvestres, biodiversidad y equilibrio de los ecosistemas (Potts *et al.*, 2016). Se ha reportado a nivel mundial que más del 90% de los cultivos es visitado por las abejas (IPBES, 2016). Sin embargo, hay evidencia clara del declive de las poblaciones de abejas, tanto domesticadas como silvestres. Algunos de los factores involucrados en la disminución de estas poblaciones incluyen la pérdida y fragmentación de su hábitat, uso de agroquímicos, enfermedades, especies invasoras y el cambio climático (IPBES, 2016). Ante esta situación, la conservación de este importante recurso genético toma relevancia para evitar su pérdida.

JUSTIFICACIÓN

Debido a la importancia de las abejas como productoras de miel y a su impacto como polinizadoras, se han realizado esfuerzos para su conservación a largo plazo a través de la criopreservación de semen y embriones. La criopreservación de embriones es una alternativa que incluye la conservación del genoma completo de un individuo y que podría ser recuperado sin dificultades operacionales después de la descongelación. Sin embargo, existen pocos estudios sobre la criopreservación de embriones de abeja y



estos no han tenido éxito. Dentro de los factores que afectan su criopreservación se encuentra su recolección, manejo, estadio, sistema de cultivo, decorionización, permeabilización y agente crioprotector utilizado.

El corion que se encuentra alrededor de los huevos de los insectos es una estructura de protección y una de principales barreras para manipulación, permeabilización, criopreservación y estudio de los embriones de insectos. Aunque se han desarrollado protocolos para la remoción del corion en otras especies de insectos, como las especies del orden Diptera (Rajamohan y Leopold, 2007) y Lepidoptera (Urbán-Duarte et al., 2022), se requieren protocolos específicos para los embriones de abeja debido a las diferencias entre estos, tales como el grosor del corión y el ambiente en el cual se depositan y desarrollan.

Recientemente se desarrolló un sistema de cultivo *in vitro* denominado seco-húmedo que ha sido adaptado para el cultivo de embriones de abeja (Urbán-Duarte et al., 2024).

OBJETIVO

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del manejo, estadio y decorionización química sobre la viabilidad de embriones de abeja usando un sistema de cultivo seco-húmedo.

METODOLOGÍA

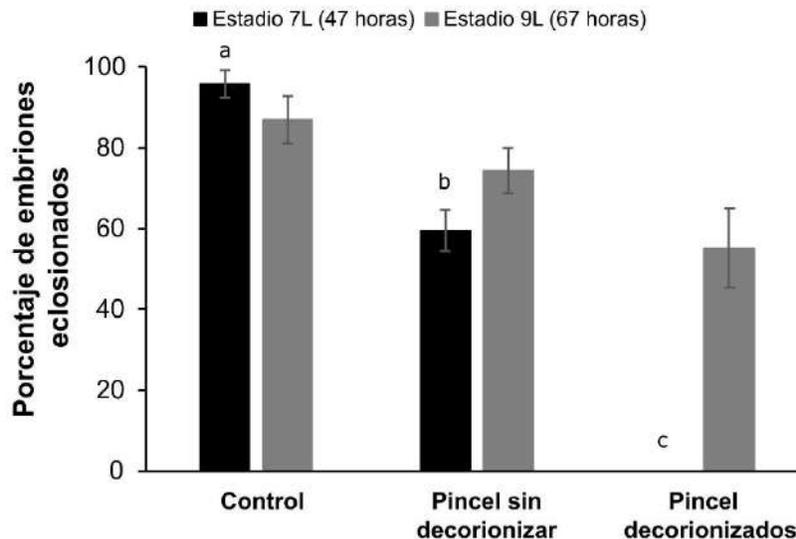
Los huevos fueron obtenidos de reinas apareadas que fueron colocadas en cajas para recolección Karl Jenter por 72 horas dentro de la colmena. A las 72 horas, las copaceldas de la caja fueron sustituidas por copaceldas nuevas y se dejó la caja dentro de la colmena por 4 horas más. Pasadas las 4 horas, las copaceldas con un embrión dentro fueron transferidas al sistema modificado de cultivo seco-húmedo (Urbán-Duarte et al., 2024), el cual consistió en una caja de cultivo cuadrada (90 x 15 mm) con un papel en el interior de la caja mojado con 2 ml de agua destilada rodeando las copaceldas. Los embriones fueron incubados a 35 °C con una humedad relativa arriba del 60 % hasta su uso. A las 47 o 67 horas después de la postura de los huevos (DPH), los embriones fueron transferidos con un pincel humectado con etanol al 30% a copaceldas modificadas (con una red de nailon). Posteriormente, estos fueron decorionizados con 3% de NaClO por 3 min, lavados dos veces en una solución buffer fosfato salino (PBS) por 10 y 5 minutos respectivamente. Después, los embriones fueron cultivados usando el método seco-húmedo en una incubadora a 35 °C con una humedad relativa arriba del 60% hasta su evaluación. Se evaluaron los embriones eclosionados a las 72 horas DPH.



Los datos fueron analizados a través de la prueba de ANOVA. La significancia estadística fue de $p < 0.05$.

RESULTADOS

Los embriones a las 47 y 67 horas DPH se encontraron en los estadios 7L y 9L respectivamente de acuerdo con (Milne et al., 1988). La manipulación con pincel de embriones en el estadio 7L disminuyó significativamente su eclosión; además, no fueron tolerantes al proceso de decorionización. Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas en embriones en estadio 9L para el porcentaje de eclosión de embriones manipulados con el pincel con o sin decorionizar respecto al control (embriones cultivados sin manipulación o decorionización). El 54.2% de los embriones en estadios tardíos (9L) pudieron eclosionar a las 76 h post-oviposición.



DISCUSIÓN

El corion de los huevos de insectos es una estructura de protección y una de principales barreras para el flujo de agentes crioprotectores hacia el embrión. Por tal motivo es fundamental su remoción para el éxito de la criopreservación. Nuestros resultados mostraron que el corión de los huevos de abeja puede ser removido con agentes químicos y los embriones pueden continuar su desarrollo hasta la eclosión usando la adaptación del sistema de cultivo seco-húmedo. Embriones en estadios tardíos fueron más tolerantes a la decorionización. Resultados similares se han reportado en especies del orden Diptera (Rajamohan y Leopold, 2007) y Lepidoptera (Urbán-Duarte et al., 2022), sin embargo, también se ha reportado que embriones en estadios tardíos desarrollan una cutícula que los vuelve impermeables. Por lo que se deben hacer



evaluaciones futuras de permeabilización de los embriones de abeja en estadios tardíos.

Se ha reportado que la manipulación de los embriones de abeja resulta en una disminución de su viabilidad y su resistencia aumenta en estadios tardío (Collins 2002). Resultados similares fueron encontrados en este estudio cuando fueron manipulados con un pincel para ser transferidos a las copaceldas modificadas.

CONCLUSIÓN

En conclusión, nuestro estudio muestra que embriones en estadios tardíos lograron eclosionar después de la decorionización química, mientras que los embriones tempranos se degeneran; sin embargo, se requiere de más estudios para evaluar su permeabilidad. La adaptación del sistema de cultivo seco-húmedo permitió el desarrollo y eclosión de los embriones decorionizados de abeja.

BIBLIOGRAFÍA

AGRICULTURA (2024) <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/produccion-de-miel-en-mexico?idiom=es>. Consultado el 21 de enero de 2025.

COLLINS, A. M. (2002). Collection of honey bee eggs for cryopreservation. *Journal of Apicultural Research*, 41(3-4), 89-95.

IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services). The Assessment Report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on Pollinators, Pollination and Food Production; Potts, S.G., Imperatriz-Fonseca, V.L., Ngo, H.T., Eds.; Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services: Bonn, Germany, 2016; 552p.

MILNE Jr, C. P., Phillips, J. P., & Krell, P. J. (1988). A photomicrographic study of worker honeybee embryogenesis. *Journal of apicultural research*, 27(2), 69-83.

POTTS, S. G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H. T., Aizen, M. A., Biesmeijer, J. C., Breeze, T. D., ... & Vanbergen, A. J. (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540(7632), 220-229.

RAJAMOHAN, A., & Leopold, R. A. (2007). Cryopreservation of Mexican fruit flies by vitrification: stage selection and avoidance of thermal stress. *Cryobiology*, 54(1), 44-54.

URBÁN-DUARTE, D., De La Torre-Sánchez, J. F., Kainoh, Y., & Watanabe, K. (2021). Biodiversity and Stage of the Art of Three Pollinators Taxa in Mexico: An Overview. *Sustainability*, 13(16), 9051.



URBÁN-DUARTE, D., Tomita, S., Sakai, H., Sezutsu, H., De La Torre-Sánchez, J. F., Kainoh, Y., Furukawa, S. y Uchino, K. (2022). "Effect of Chemical Dechoriation on Silkworm Embryo Viability". *J. Insect Physiol.*, 137, 104327.

URBÁN-DUARTE, D., Álvarez-Gallardo, H., García-Figueroa, C., Ramírez-Ramírez, F. J., Alvarado-Ávila, L. Y., & Arechavaleta-Velasco, M. E. Recolección y desarrollo in vitro de embriones de abeja *Apis mellifera* con un sistema de cultivo seco-húmedo. SUPLEMENTO 2024, 147.



2025-30-VET

Evaluación del consumo voluntario y las variables productivas en ovejas lecheras suplementadas con zeolita

Vicuña-Guerrero Alma Brenda¹, Vargas-Romero Juan Manuel^{2*}, Luna-Rodríguez Lorena², Becerril-Pérez Carlos Miguel³, Alemán-López Viridiana² y Serrano-Hernández Ximena Valeria²

¹Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco C.P. (56230), Estado de México. ²Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Avenida San Rafael Atlixco 186, Colonia Vicentina, C.P. (09340), Iztapalapa, Ciudad de México. ³Colegio de postgraduados Campus Veracruz. Carretera Xalapa Veracruz 140, C.P. (91700) Veracruz, México.

*Autor de correspondencia: jmvr@xanum.uam.mx

RESUMEN

La leche de oveja representa una alternativa en la producción de benefactores sociales, económicos y ambientales. Es importante que la oveja lechera disponga de una alimentación que satisfaga sus requerimientos nutricionales. La zeolita puede modificar las características ruminales, lo que beneficia el comportamiento productivo del animal. El objetivo del estudio fue evaluar la producción de leche, el porcentaje de grasa en la leche y la ganancia de peso en ovejas East Friesian (EF) por efecto del suministro de un buffer comercial que contiene zeolita. El periodo experimental fue de 98 días. Se utilizaron 12 ovejas de raza East Friesian, cada una recibió las dos dietas, una diferente por etapa. Dietas: CO (59 % de forraje de avena y concentrado) y BU (59 % de forraje de avena, concentrado y 1.5 % de buffer con zeolita kg⁻¹ de materia seca). Se utilizó un diseño experimental cruzado. El consumo de MS y producción de leche no mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$); sin embargo, la grasa (%) de la leche fue superior para las ovejas en la dieta BU ($p \leq 0.05$). El buffer con zeolita puede modificar las características fisicoquímicas del rumen, permitiendo el aumento de algunas variables productivas.

Palabras clave: minerales no metálicos, East Friesian, calidad de leche, consumo voluntario.

ABSTRACT

Sheep milk represents an alternative in the production of social, economic and environmental benefits. It is important that dairy sheep have a diet that meets their nutritional requirements. Zeolite can modify ruminal characteristics, which benefits the productive performance of the animal. The objective of the study was to evaluate milk production, milk fat percentage and weight gain in East Friesian (EF) sheep due to the effect of supplying a commercial buffer containing zeolite. The experimental period was 98 days. Twelve East Friesian sheep were used, each one received two diets, one



different per stage. Diets: CO (59% oat forage and concentrate) and BU (59% oat forage, concentrate and 1.5% buffer with zeolite kg^{-1} of dry matter). A crossed experimental design was used. DM intake and milk production did not show significant differences ($p > 0.05$); However, milk fat (%) was higher for ewes on the BU diet ($p \leq 0.05$). Zeolite buffering can modify the physicochemical characteristics of the rumen, allowing for an increase in some productive variables.

Key words: non-metallic minerals, East Frisia, milk quality, voluntary intake.

INTRODUCCIÓN

La raza East Friesian es conocida por la alta capacidad de producción lechera (Kremer *et al.*, 2015). La leche de oveja y sus derivados representan una alternativa en la producción de benefactores sociales, económicos y ambientales (Flores-Armas *et al.*, 2020). Los derivados lácteos dependen en gran medida de la leche con que se elaboran (Jiménez-Sobrino *et al.*, 2018), por lo cual, es importante que la oveja lechera disponga de una alimentación que satisfaga sus requerimientos nutricionales para producir leche de alta calidad. Los buffers son componentes utilizados para estabilizar el pH del rumen, que añadidos a las dietas (Santini, 2014) en los concentrados elaborados a base de granos, pueden mejorar la producción y contenido de grasa de la leche. La adición de zeolita en las dietas de rumiantes modula la fermentación ruminal e incide en las poblaciones de los microorganismos del rumen que benefician el comportamiento productivo del animal (Tánori-Lozano *et al.*, 2023); sin embargo, poco se conoce del uso de buffers con zeolita en ovejas lecheras, por lo que, el objetivo del estudio fue evaluar la producción de leche, el porcentaje de grasa en la leche y la ganancia de peso en ovejas East Friesian (EF) por efecto del suministro de un buffer comercial que contiene zeolita.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio

El estudio se realizó en el Rancho “Flor y Canto”, ubicado en Tlalmanalco, Estado de México, $19^{\circ} 10' 59.0''$ N y $98^{\circ} 48' 49.0''$ O, de clima templado con inviernos secos (Cwb); los veranos son frescos y lluviosos con temperaturas no mayores a 22°C y en invierno el mes más frío no rebasa los 10°C (García-Amaro, 2004).

Se utilizaron 12 ovejas de raza EF, con peso medio de 44 ± 9 kg, edad de 48 ± 24 meses, de un solo cordero, durante su segundo tercio de lactancia y que producían más de 300 g d^{-1} de leche. Las ovejas fueron ordeñadas manualmente por la mañana a partir de las 09:00 h y se mantuvieron en corrales individuales con un periodo previo de adaptación durante 14 días, la medida de cada corral era de 1.75 m de largo y 2.10 m de ancho. Para este estudio se aplicaron los lineamientos del Reglamento para el Uso y Cuidado de Animales Destinados a la Investigación (Colegio de Postgraduados, 2022).



Dietas

Se proporcionaron dos dietas (Tabla 1); la dieta CO se elaboró a base de forraje de avena y un concentrado a base de granos y la dieta BU similar a la anterior más el 1.5 % de buffer comercial con zeolita kg^{-1} de materia seca. El análisis químico proximal de las dietas se realizó por medio de la metodología de la Association of Official Analytical Chemists (AOAC 2005) y Van Soest *et al.* (2000).

Tabla 1. Ingredientes y composición química de las dietas experimentales en la alimentación de ovejas East Friesian durante su segundo tercio de lactancia.

Ingrediente (%)	CO	BU
Forraje de avena	59.00	59.00
Concentrado	41.00	39.50
Buffer con zeolita	0.00	1.50
Composición química (%)		
Materia Seca	93.89	94.60
Proteína Cruda	15.51	15.81
Cenizas	7.51	9.10
Fibra Detergente Neutro	44.13	43.43
Fibra Detergente Ácida	22.41	22.05

CO: dieta integral, BU: dieta integral más buffer con zeolita.

Alimentación de las ovejas

Las ovejas fueron sometidas a un periodo previo de adaptación a las dietas de 21 días. Al inicio del periodo de adaptación las dietas se proporcionaron a libre acceso y se midió el consumo de materia seca (kg d^{-1}). La adaptación de una dieta a otra se realizó con sustituciones graduales de 25 %. La alimentación se llevó a cabo en cinco tiempos, la cual fue suministrada cada dos horas de las 09:00 h a las 17:00 h. Se pesó diariamente el alimento rechazado (forraje y concentrado), para posteriormente calcular el consumido por oveja (Forbes, 2007). El periodo experimental fue de 98 días, dividido en dos etapas de 49 días. En la primera etapa la mitad de las ovejas recibieron la dieta CO y la otra mitad la dieta BU; en la segunda etapa las ovejas fueron intercambiadas a la dieta no recibida en la primera etapa.

Recolección de datos

La producción de leche g d^{-1} se registró diariamente y se calculó la producción media semanal. Tres semanas de adaptación a la dieta y su correspondiente periodo de cuatro semanas de mediciones. También, semanalmente se destinaron 100 g de leche por oveja para realizar los análisis químicos. Se recolectaron cuatro muestras de leche por etapa para un total de ocho por oveja. Las muestras se mantuvieron a 4 °C; el análisis de laboratorio se realizó por duplicado el mismo día de la colecta para determinar el porcentaje de grasa (Lactostan 3510, Funke Gerber, Alemania).



Análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental cruzado (cross-over), donde cada oveja recibió las dos dietas, en dos diferentes etapas. Se obtuvieron mediciones semanales y como covariables se incluyó la edad de la oveja (48 ± 24 meses de edad) y días en lactación; la separación de medias se realizó con la prueba Tukey ($p \leq 0.05$). Los datos se procesaron con R (Douglas *et al.*, 2022).

RESULTADOS

Ni las dietas ni las etapas mostraron diferencias en el consumo voluntario ($p > 0.05$), sin embargo, ocurrió efecto de semana en la primera etapa ($p \leq 0.05$), con tendencia a la baja (Tabla 2 y 2.1). En tanto a la producción de leche, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$), aunque se observó diferencia ($p \leq 0.01$) a favor de la segunda etapa (Tabla 2 y 2.1). Por otro lado, para el contenido de grasa (%) de la leche fue superior para las ovejas en la dieta BU ($p \leq 0.05$) con tendencia a aumentar durante la primera etapa (Tabla 2 y 2.1).

Tabla 2. Etapa 1, consumo voluntario de materia seca (kg d⁻¹), producción de leche (kg d⁻¹) y contenido de grasa (%) en ovejas East Friesian alimentadas con dietas con y sin zeolita.

Variable	Dieta	Etapa 1				Total
		Semana				
		1	2	3	4	
Consumo Voluntario	CO	2.11±0.11	2.01±0.10	1.95±0.09	1.91±0.09	2.00±0.09
	BU	2.27±0.12	2.03±0.11	1.89±0.10	1.78±0.10	1.99±0.10
	Global	2.19±0.10 ^a	2.02±0.09 ^b	1.92±0.08 ^{bc}	1.84±0.07 ^c	1.99±0.08
Leche	CO	0.23±0.01	0.28±0.09	0.31±0.08	0.34±0.07	0.29±0.08
	BU	0.19±0.11	0.22±0.10	0.27±0.09	0.30±0.09	0.25±0.10
	Global	0.21±0.09	0.26±0.08	0.29±0.07	0.32±0.06	0.27±0.07 ^B
Grasa	CO	4.62±0.53	4.53±0.48	4.94±0.45	5.35±0.42	4.86±0.38
	BU	5.06±0.57	6.47±0.53	6.04±0.49	6.12±0.47	5.92±0.43
	Global	4.84±0.46	5.50±0.41	5.49±0.36	5.74±0.33	5.39±0.34

CO: dieta integral, BU: dieta integral más buffer con zeolita. a, b, c; B: medias con superíndice distinto en la misma fila indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

DISCUSIÓN

De acuerdo con el NRC (2007), el consumo promedio de MS por oveja de 60 kg de peso vivo con parto individual es de 2.31 kg d⁻¹; en este estudio, el consumo promedio de MS por oveja fue de 1.94 ± 0.06 kg d⁻¹ en la dieta CO y 1.96 ± 0.06 kg d⁻¹ en la BU, lo que indica que la zeolita no modifica el consumo de alimento en rumiantes (Pulido y Fehring, 2004).

Aunque no hubo diferencia significativa en la producción de leche (%), se observó incremento durante la segunda etapa, lo que se relaciona a las características de la zeolita (Khachlouf *et al.*, 2019), estos resultados fueron similares a los reportados por Ilić *et al.* (2011) y Marin *et al.* (2020) al integrar 2 y 3 % de zeolita en vacas lecheras; a diferencia de los actuales resultados, en vacas Holstein que recibieron 3 % de zeolita



en la dieta produjeron 10 % más de leche (Ural, 2014), así como, lo reportado por Karatzia *et al.* (2013) quienes obtuvieron resultados favorables en vaquillas de primer parto al suplementar 200 g de zeolita.

Tabla 2.1. Etapa dos, consumo voluntario de materia seca (kg d⁻¹), producción de leche (kg d⁻¹) y contenido de grasa (%) en ovejas East Friesian alimentadas con dietas con y sin zeolita.

Variable	Dieta	Etapa 2				Total	Global
		Semana					
		5	6	5	6		
Consumo Voluntario	CO	1.88±0.09	1.85±0.10	1.87±0.10	1.91±0.11	1.88±0.09	1.94±0.06
	BU	1.91±0.08	1.89±0.09	1.96±0.09	1.96±0.10	1.93±0.08	1.96±0.06
	Global	1.90±0.06	1.87±0.07	1.91±0.08	1.94±0.09	1.90±0.07	—
Leche	CO	0.37±0.08	0.40±0.08	0.43±0.09	0.45±0.10	0.41±0.09	0.35±0.05
	BU	0.41±0.07	0.44±0.07	0.45±0.08	0.50±0.09	0.45±0.07	0.35±0.05
	Global	0.39±0.05	0.42±0.06	0.44±0.07	0.47±0.08	0.43±0.06 ^A	—
Grasa	CO	5.43±0.45	5.47±0.47	5.84±0.49	5.71±0.52	5.61±0.4	5.23±0.25 ^Y
	BU	5.70±0.41	5.57±0.42	5.61±0.45	5.64±0.49	5.63±0.35	5.78±0.24 ^X
	Global	5.57±0.31	5.52±0.33	5.72±0.36	5.67±0.40	5.62±0.29	—

CO: dieta integral, BU: dieta integral más buffer con zeolita. A, X, Y: medias con superíndice distinto en la misma fila indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

La grasa (%) en la leche mostro significancia, aumentando el 0.55 % durante la primera etapa y de casi 10 % para la segunda, de acuerdo con Cerón y Correa (2005) y Katsoulos *et al.* (2009) el suministro de zeolita permite la modificación de ácidos grasos volátiles, específicamente el acético y propiónico, lo que beneficia la producción de esta variable de estudio, resultados que concuerdan con lo reportado por Butsjak y Butsjak (2014) al incluir 0.5 g kg⁻¹ de MS y Ural (2014) al proporcionar 2.5 %, sin embargo, Đuričić *et al.* (2017) y Khachlouf *et al.* (2019) no observaron resultados favorables con respecto al aumento de la grasa en leche.

CONCLUSIONES

La inclusión de un buffer con zeolita en la dieta de ovejas East Friesian lactantes produjo un aumento en el contenido de grasa (%) de la leche, sin afectar el consumo de MS y la producción de leche.

AGRADECIMIENTOS

Se le brinda el agradecimiento al CONAHCYT por la beca otorgada a la primera autora para realizar sus estudios de postgrado de los cuales fueron obtenidos estos datos; a su vez, se agradece a la empresa TEMISA® por suministrar el buffer con zeolita, al Colegio de Postgraduados y la Universidad Autónoma Metropolitana por prestar sus instalaciones.

LITERATURA CITADA

- AOAC. (2005). Official method of Analysis. Association of Officiating Analytical Chemists, 18th Edition. Washington DC. Chapter 4.
- Butsjak, A. A. & Butsjak, V. I. (2014). Using of zeolite tuffs as enterosorbents. Is in cows nourishment. Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Named After S.Z. Gzhytskyj, 27-31. UDC 619.612.015:546.31.



- Cerón, A. J. M. y Correa, C. H. J. (2005). Factores nutricionales que afectan la producción de la leche. Fondo Editorial Biogénesis: 2005: Bioquímica, Nutrición y Alimentación de la Vaca (pp. 229-261). <https://revistas.udea.edu.co/index.php/biogenesis/article/view/326399>
- Colegio de Postgraduados (2022). Reglamento para el Uso y Cuidado de Animales destinados a la investigación. Colegio de Postgraduados. (pp. 1-38). https://www.colpos.mx/wb_pdf/norma_interna/2022/reglamento-animales-2022.pdf
- Douglas, A., Roos, D., Mancini, F., Couto, A. & Lusseau, D. (2022). An introduction to R. <https://intro2r.com/>
- Đuričić, D., Benić, M., Maćešić, N., Valpotić, H., Turk, R., Dobranić, V., Cvetnić, L., Gračner, D., Vince, S., Grizelj, J., Starič, J., Lojkić, M. & Samardžija, M. (2017). Dietary zeolite clinoptilolite supplementation influences chemical composition of milk and udder health in dairy cows. *Veterinarska Stanica*, 48(4), 257–265.
- Flores-Armas, Y., Armenteros-Amaya, M., Riverón-Alemán, Y., Remón-Díaz, D. y Martínez-Vasallo, A. (2020). Evaluación de la calidad higiénico-sanitaria de los quesos frescos artesanales de la provincia Mayabeque, Cuba. *Revista de Salud Animal*, 42(2). ISSN 2224-4700. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2020000200007
- Forbes, M. J. (2007). A personal view of how ruminant animals control their intake and choice of food: Minimal total discomfort. In *Nutrition Research Reviews*, 20(2), 132-146. <https://DOI:10.1017/S0954422407797834>
- García-Amaro, E. (2004). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen: para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. México. UNAM, Instituto de Geografía, no. 6. <http://meteo.navarra.es/definiciones/koppen.cfm#B>
- Ilić, Z., Petrović, M. P., Pešev, S., Stojković, J. & Ristano, B. (2011). Zeolite as a factor in the improvement of some production traits of dairy cattle. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 27(3), 1001-1007. <https://doi.org/10.2298/BAH1103001I>
- Jiménez-Sobrino, L., Garzón-Sigler, A., Pérez-Guzmán, P. M. D., García-Martínez, A. y Arias-Sánchez, R. (2018). Calidad microbiológica diferencial de la leche de oveja procedente de tanque. *Revista Científica*, 28(1), 11-18. ISSN: 0798-2259. ISSN: 2477-944X.
- Karatzia, M. A., Katsoulos, P. D. & Karatzias, H. (2013). Diet supplementation with clinoptilolite improves energy status, reproductive efficiency and increases milk yield in dairy heifers. *Animal Production Science*, 53(3), 234-239. <https://doi.org/10.1071/AN11347>
- Katsoulos, P. D., Zarogiannis, S., Roubies, N. & Christodoulopoulos, G. (2009). Effect of long-term dietary supplementation with clinoptilolite on performance and selected serum biochemical values in dairy goats. *American Journal of Veterinary Research*, 70(3), 346-52. <https://doi:10.2460/ajvr.70.3.346>
- Khachlouf, K., Hamed, H., Gdoura, R. & Gargouri, A. (2019). Effects of dietary Zeolite supplementation on milk yield and composition and blood minerals status in lactating dairy cows. *Journal of Applied Animal Research*, 47(1), 54-62. <https://doi.org/10.1080/09712119.2018.1563548>
- Kremer, R., Giordano, J. P., Rosés, L. y Rista, L. (2015). Producción de ovejas Milchschaef en un sistema lechero en pastoreo. *Veterinaria (Montevideo)*, 51(199), 12-23.
- Marin, M. P., Pogurschi, E. N., Marin, I. & Nicolae, C. G. (2020). Influence of Natural Zeolites Supplemented with Inorganic Selenium on the Productive Performance of Dairy Cows. *Pakistan Journal of Zoology*, 52(2), 775-783. <https://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/20190829190816>
- NRC. (2007). Nutrient Requirements of Sheep and Goats. National Research Council (pp. 1-10). <https://www.aces.edu/wp-content/uploads/2018/11/ANR-0812.pdf>



-
- Pulido, R. G. y Fehring, A. (2004). Efecto de la adición de una Zeolita natural sobre la respuesta productiva de terneras de lechería, postdestete. Archivos de medicina veterinaria, 36(2), 197-201. <https://doi.org/10.4067/S0301-732X2004000200010>
- Santini, F. J. (2014). Conceptos básicos de la nutrición de rumiantes. Nutrición animal aplicada. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Balcarce. Sitio Argentino de Producción Animal, 4-23. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/137-Curso_Nutricion_aplicada.pdf
- Tánori-Lozano, A., Montalvo-Corral, M., Pinelli-Saavedra, A., Valenzuela-Malendres, M., Zamorano-García, L., Dávila-Ramírez, J. L. y González-Ríos, H. (2023). Inclusión dietaria de clinoptilolita como aditivo en la producción de rumiantes. Biotecnia, 25(1), 51-60. <https://DOI:10.18633/biotecnia.v25i1.1759>
- Ural, D. A. (2014). La eficacia de la suplementación con clinoptilolita sobre la producción de leche y el recuento de células somáticas. Revista MVZ Córdoba, 19(3), 4242-4248. <https://doi.org/10.21897/rmvz.86>
- Van-Soest, P. J. Van-Amburgh, M. E. & Tedeschi, L. O. (2000). Rumen balance and rates of fiber digestion. Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers, Rochester, NY. pp.150-166.



2025-31-VET

Digestibilidad *in vitro* de una dieta de mantenimiento con dos niveles de zeolita

***In vitro* digestibility of a maintenance diet with two levels of zeolite**

Rosendo-Ponce Adalberto¹, Cortés-Zorrilla José², Moreno-García Guillermo Armando¹, Vargas-Romero Juan Manuel²*, Becerril-Pérez Carlos Miguel¹ y Vicuña-Guerrero Alma Brenda³

¹Colegio de postgraduados Campus Veracruz. Carretera Xalapa Veracruz 140, C.P. (91700) Veracruz, México. ²Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Avenida San Rafael Atlixco 186, Colonia Vicentina, C.P. (09340), Iztapalapa, Ciudad de México. ³Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco C.P. (56230), Estado de México. *Autor de correspondencia: jmv@xanum.uam.mx

RESUMEN

La zeolita se utiliza como amortiguador del pH en la suplementación de rumiantes. El objetivo de la investigación fue medir la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (MS), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y el pH del líquido ruminal, en respuesta a dos niveles de zeolita. El estudio se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Metropolitana, en el laboratorio del Área de Sistemas de Producción Agropecuaria. El líquido ruminal fue recolectado en el rastro de Temamatla, y la digestibilidad *in vitro* se realizó en la incubadora Daisy-Ankom durante cinco períodos de tiempo (0, 12, 24, 36 y 48 h). Los tratamientos evaluados fueron 0.0 % (T1-Zt), 0.7 % (T2-Zt) y 1.3 % (T3-Zt) de zeolita. La suplementación con zeolita no mostró diferencias significativas ($p \geq 0.05$) en la digestibilidad *in vitro* de la MS (32.18 %, 31.60 % y 30.13 %), el contenido residual de FDN (17.64 %, 21.16 % y 20.39 %), el contenido residual de FDA (24.55 %, 26.10 % y 26.17 %) ni en el pH del líquido ruminal (6.68, 6.64 y 6.67). Se concluye que la suplementación con un buffer comercial que contenía zeolita no influyó en la digestibilidad *in vitro* de la MS, FDN, FDA ni en los niveles de pH ruminal.

Palabras clave: buffer, microorganismos ruminales, minerales no metálicos, suplementación.

ABSTRACT

Zeolite is used as a pH buffer in ruminant supplementation. The objective of the research was to measure the *in vitro* digestibility of dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), and the pH of ruminal fluid in response to two levels of zeolite. The study was conducted at the Universidad Autónoma Metropolitana, in the laboratory of the Área de Sistemas de Producción Agropecuaria. Ruminal fluid was collected at the Temamatla slaughterhouse, and *in vitro* digestibility was measured



in a Daisy-Ankom incubator over five time periods (0, 12, 24, 36, and 48 hours). The treatments evaluated were 0.0% (T1-Zt), 0.7% (T2-Zt), and 1.3% (T3-Zt) zeolite. Supplementation with zeolite showed no significant differences ($p \geq 0.05$) in the *in vitro* digestibility of DM (32.18%, 31.60%, and 30.13%), the residual NDF content (17.64%, 21.16%, and 20.39%), the residual ADF content (24.55%, 26.10%, and 26.17%), nor in the pH of ruminal fluid (6.68, 6.64, and 6.67). It is concluded that supplementation with a commercial buffer containing zeolite did not influence the *in vitro* digestibility of DM, NDF, ADF, or ruminal pH levels.

Key words: buffer, ruminal microorganisms, non-metallic minerals, supplementation.

INTRODUCCIÓN

Las zeolitas (Zt) son arcillas de origen natural, abundantes a nivel mundial, aunque también existen versiones sintéticas. Estas presentan una gran capacidad de dilatación en presencia de agua. La palabra "zeolita" proviene del griego *Zéo* y *Líthos*, que significa "piedra que hierve" o "piedra efervescente" (Curi et al., 2006). Actualmente, se reconoce su uso en diversas industrias, la agricultura y en la alimentación del ganado.

Ruíz et al. (2008) reportaron que la incorporación de zeolita en concentraciones entre 1.5 % y 3 % en dietas de heno de alfalfa y concentrado puede mejorar el consumo de fibra detergente ácida (FDA). Sin embargo, concentraciones mayores de zeolita pueden afectar la fermentación ruminal y disminuir la digestibilidad de los nutrientes. Por otro lado, en terneros destetados que consumieron zeolita en concentraciones del 2 % y 5 % durante 90 días, no se observaron efectos significativos en el comportamiento productivo. No obstante, se reportó que la zeolita tuvo efectos positivos en los niveles de pH en el rumen (Nesic et al., 2010).

Desde una perspectiva metabólica, el uso de zeolita (Tánori-Lozano, 2023) ayuda a neutralizar el pH ruminal, proporcionando condiciones favorables para el desarrollo de bacterias y microorganismos presentes en el rumen. También contribuye al balance del amoníaco, la fermentación ruminal y la absorción de nutrientes, lo que resulta en un mayor aprovechamiento de la energía dietética (Eirin et al., 2022), beneficiando así la productividad animal.

En este contexto, el objetivo de este estudio fue evaluar la digestibilidad *in vitro* de la MS, FDN, FDA y el pH del líquido ruminal de una dieta compuesta por ensilado de maíz y concentrado comercial, expuesta a dos niveles de zeolita.



MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio

El estudio se llevó a cabo en el laboratorio del Área de Sistemas de Producción Agropecuarios (ASPA) ubicado en las instalaciones de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa (UAMI).

La zeolita utilizada para esta investigación fue proporcionada por la empresa Técnica Mineral S.A. de C.V. (TEMISA).

Las muestras de líquido ruminal fueron obtenidas del rastro privado Temamatla, ubicado en el Municipio de Temamatla, Estado de México.

Análisis de laboratorio

Se obtuvieron cuatro litros de líquido ruminal, directamente del rumen de dos bovinos de engorda sacrificados, mismo que se conservó a 39 °C y con CO₂.

Se realizó el análisis químico proximal del ensilado de maíz y concentrado comercial lechero, que conforman la dieta integral (Tabla 1), para lo cual se determinó el porcentaje de materia seca (MS), base húmeda (BH), cenizas, materia orgánica (MO), proteína (AOAC,2005), Fibra Detergente Neutro (FDN) y Fibra Detergente Ácida (FDA); así mismo se midió el pH del ensilado de maíz previo a su utilización.

Tabla 1. Análisis químico de los componentes de la dieta experimental.

Composición química (%)	Ensilado de maíz	Concentrado
Materia seca	41.83	97.1
Base húmeda	58.19	2.9
Materia orgánica	95.56	89.5
Proteína	6.99	15.26
Cenizas	4.44	10.5
Fibra detergente neutra	46.69	33.32
Fibra detergente acida	27.34	15.3
pH	4.39	-

En tres niveles de inclusión de Zt se analizó la digestibilidad de la dieta integral (Tabla 2).



Tabla 2. Porcentajes de inclusión de los ingredientes de la dieta integral.

Ingrediente	T1-Zt (%)	T2-Zt (%)	T3-Zt (%)
Concentrado	7.0	6.0	7.0
Ensilado de maíz	93.0	93.3	92.7
Buffer	0.0	0.7	1.3

Tratamiento uno (T1-Zt): Testigo; Tratamiento dos (T2-Zt): 0.7%; Tratamiento tres (T3-Zt): 1.3 %.

Se llevó a cabo la digestibilidad *in vitro* de la MS, FDN y FDA en cinco intervalos de tiempo (0, 12, 24, 36 y 48 h) utilizando la incubadora Daisy-Ankom y siguiendo el protocolo del equipo (Ankom Technology, Fairport, NY-USA, 2023). El pH se midió con un potenciómetro portátil Thermo Scientific Orion Star A111.

Análisis estadístico

Los resultados de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (% DIGMS), la FDN residual, FDA residual de la digestibilidad y el nivel de pH fueron evaluados con un modelo lineal mixto. Para analizar los datos se utilizó el programa estadístico R y se realizó la comparación de medias con la prueba de Tukey ($p \geq 0.05$).

RESULTADOS

No se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en los niveles de pH (Tabla 3), la digestibilidad *in vitro* (Tabla 4), FDN (Tabla 5) y FDA (Tabla 6). Sin embargo, a lo largo de los cinco periodos en los que fue evaluada la digestibilidad *in vitro* de la dieta integral con la adición de zeolita para el T2-Zt presento la mayor digestibilidad durante las primeras 24 h.

Tabla 3. pH ruminal registrado durante la digestibilidad *in vitro*.

Tratamiento	pH en líquido ruminal					Global
	Periodo (horas)					
	0	12	24	36	48	
T1-Zt	7.08±0.08	6.57±0.01	6.56±0	6.56±0.01	6.65±0.02	6.68±0.22
T2-Zt	7.03±0.01	6.60±0.01	6.55±0	6.50±0.01	6.51±0.02	6.64±0.22
T3-Zt	7.09±0.04	6.62±0.00	6.60±0.01	6.54±0.01	6.52±0.01	6.67±0.24
Global	7.07±0.03	6.60±0.03	6.57±0.03	6.53±0.08	6.56±0.08	

Tratamiento uno (T1-Zt): Testigo; Tratamiento dos (T2-Zt): 0.7%; Tratamiento tres (T3-Zt): 1.3 %.



Tabla 4. Porcentaje de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

Tratamiento	% de Materia Seca					
	Periodo (horas)					
	0	12	24	36	48	Global
T1-Zt	10.47±0.43	25.39±0.40	32.53±2.25	42.31±4.03	50.17±1.95	32.18±15.36
T2-Zt	8.16±0.55	24.77±1.68	33.97±0.49	44.02±1.09	47.10±2.29	31.60±15.78
T3-Zt	10.12±1.08	22.42±0.65	33.41±0.37	39.59±1.99	45.12±3.27	30.13±14.01
Global	9.58±1.25	24.19±1.57	33.30±0.73	41.97±2.23	47.46±2.54	

Tratamiento uno (T1-Zt): Testigo; Tratamiento dos (T2-Zt): 0.7%; Tratamiento tres (T3-Zt): 1.3 %.

Tabla 5. Porcentaje de Fibra Detergente Neutro residual en la digestibilidad *in vitro* de materia seca.

Tratamiento	% de FDN					
	Periodo (horas)					
	0	12	24	36	48	Global
T1-Zt	21.17±4.73	16.72±1.11	16.89±1.01	16.18±1.48	17.26±2.30	17.64±2.01
T2-Zt	30.74±2.07	19.61±2.31	16.60±1.32	17.67±2.30	18.31±0.64	21.16±6.51
T3-Zt	28.31±2.40	21.25±1.93	16.30±1.31	17.95±1.75	18.12±2.92	20.39±4.78
Global	26.74±4.97	19.19±2.29	16.60±0.30	17.27±0.95	17.69±0.61	

Tratamiento uno (T1-Zt): Testigo; Tratamiento dos (T2-Zt): 0.7%; Tratamiento tres (T3-Zt): 1.3 %.

Tabla 5. Porcentaje de Fibra Detergente Neutro residual en la digestibilidad *in vitro* de materia seca.

Tratamiento	% de FDA					
	Periodo (horas)					
	0	12	24	36	48	Global
T1-Zt	31.77±2.99	27.72±0.40	23.20±2.08	21.80±0.56	18.29±1.17	24.55±5.26
T2-Zt	30.14±0.66	29.06±1.37	25.90±1.64	23.74±1.56	21.66±1.58	26.10±3.55
T3-Zt	30.61±0.19	28.14±0.21	26.20±0.74	24.52±0.02	21.39±0.74	26.17±3.51
Global	30.84±0.84	28.31±0.69	25.10±1.65	23.35±1.40	20.45±1.87	

Tratamiento uno (T1-Zt): Testigo; Tratamiento dos (T2-Zt): 0.7%; Tratamiento tres (T3-Zt): 1.3 %.



DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en el nivel de pH, ni por tratamiento ni por periodo de tiempo, aunque, el pH del líquido ruminal se mantuvo dentro del rango recomendado de 5.5 a 7.0 (Jiang *et al.*, 2017). En la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIGMS), FDN y FDA residual, no se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$), sin embargo, se observó mayor degradabilidad durante la digestibilidad *in vitro* en las primeras 24 h, por lo que, los resultados indican la importancia de suplementar con aditivos, especialmente durante las primeras horas de la digestión del ganado, tanto en potrero como en corral, lo que concuerda con lo reportado por Ruíz *et al.* (2008) al utilizar cuatro ovinos Pelibuey canulados en rumen y alimentados con una dieta compuesta por 70 % heno de alfalfa y 30 % de concentrado comercial, evaluando los efectos de la adición de 0.0, 1.5, 3.0 y 4.5 % de zeolita en la dieta, y donde los hallazgos sugieren que es viable utilizar entre 1.5 y 3 % de zeolita como aditivo ya que mejora la digestibilidad de la FDA. Por otra parte, El-Nile *et al.* (2021) obtuvieron resultados significativos al evaluar *in vitro* la suplementación con zeolita natural (10, 20, 30 g / kg MS) y nanozeolita (0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 1.0 g / kg MS) en una dieta con concentrado (50 %) y forraje (50 %).

CONCLUSIONES

La suplementación con un buffer comercial que contenía zeolita no influyó en la digestibilidad *in vitro* de la MS, FDN, FDA ni en los niveles de pH ruminal ($p < 0.05$); aunque, la suplementación de 0.7 % de zeolita presentó la mayor digestibilidad del contenido de materia seca en las primeras 24 horas.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa TEMISA por su valiosa colaboración al proporcionar el buffer con zeolita, lo cual fue fundamental para llevar a cabo esta investigación. Su apoyo ha sido esencial para realizar los experimentos y obtener resultados significativos en este estudio.

Asimismo, extendemos nuestro agradecimiento a la Universidad Autónoma Metropolitana y al Colegio de Postgraduados por la generosa cesión de sus instalaciones, así como al CONAHCYT por el financiamiento brindado, lo que permitió que esta investigación fuera posible.



LITERATURA CITADA

- Ankom Technology. (2023). *Operator's Manual ANKOM Fiber Analyzer*. ANKOM Technology. https://www.ankom.com/sites/default/files/document-files/A200_Manual.pdf (Recuperado en diciembre de 2023).
- AOAC (2005). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists* (18.^a ed.). Washington, D.C.: Association of Official Agricultural Chemists.
- Curi, A., Wilmer, J. V. G., Hernani, M. L. y Wilson, T. S. (2006). Las Zeolitas y su aplicación en la descontaminación de efluentes mineros. *Información Tecnológica*, (17), 111- 118.
- Eirin, M., Cordiviola, C. Á., Muro, M. G., & Arias, R. O. (2022). Utilización de Zeolita en novillos en engorde. *Revista de la Facultad de Agronomía Universidad Nacional de La Plata, Argentina*, 121(2), 115. <https://doi.org/10.24215/16699513e115>
- El-Nile, A., Elazab, M., El-Zaiat, H., El-Azrak, K. E., Elkomy, A., Sallam, S. y Soltan, Y. (2021). *In vitro and in vivo Assessment of Dietary Supplementation of Both Natural or Nano-Zeolite in Goat Diets: Effects on Ruminal Fermentation and Nutrients Digestibility*. *Animals (Basel)*. 11:2215. DOI: [10.3390/ani11082215](https://doi.org/10.3390/ani11082215).
- Jiang, F. G., Lin, X. Y., Yan, Z. G., Hu, Z. Y., Liu, G. M., Sun, Y. D., Liu, X. W., & Wang, Z. H. (2017). Effect of dietary roughage level on chewing activity, ruminal pH, and saliva secretion in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 100(1), 1-12. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11559>
- Nesic, S., Grubic, G., Adamovic, M., Đorđević, N., Stojanovic, B. y Boickovic, A. (2010). Uso de la zeolita como absorbente de la zearalenona en la nutrición de terneros. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 44, 27-232.
- Ruíz, O., Castillo, Y., Elías, A., Arzola, C., Rodríguez, C., Salinas, J. O. O., & La Holguín, C. (2008). Efecto de cuatro niveles de zeolita en la digestibilidad y consumo de nutrientes en ovinos alimentados con heno de alfalfa y concentrado. Nota técnica. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(4), 367-370.
- Tánori-Lozano, A., Montalvo-Corral, M., Pinelli-Saavedra, A., Valenzuela-Melendres, M., Zamorano-García, L., Dávila-Ramírez, J. L., & González-Ríos, H. (2023). Inclusión dietaria de clinoptilolita como aditivo en la producción de rumiantes. *Biocencia*, 25(1), 51-60. <https://doi.org/10.18633/biocencia.v25i1.1759>



2025-32-VET

Calidad de miel elaborada por tres subespecies de *Apis Mellifera* L.

Alemán-López Viridiana¹, Luna-Rodríguez Lorena^{1*}, Vargas-Romero Juan Manuel¹, Cortes- Zorrilla José¹, Muñoz-Quiñones Gabriela¹ y Serrano-Hernández Ximena Valeria¹

¹Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Avenida San Rafael Atlixco 186, Colonia Vicentina, C.P. (09340), Iztapalapa, Ciudad de México. *Autor de correspondencia: llunaro@xanum.uam.mx

RESUMEN

La calidad de la miel se establece a partir de la evaluación y descripción de un conjunto de factores que garantizan su origen. Estos factores incluyen: la calidad genética de las abejas que la elaboran, las prácticas de manejo que los productores aplican a las colmenas, y el origen botánico del néctar que las abejas recolectan. Se ha documentado que la calidad genética de las abejas es un factor clave para asegurar el éxito de la producción. Las subespecies de abeja *Apis mellifera ligustica* y *Apis mellifera mellifera* son las más utilizadas en la apicultura nacional debido a su docilidad, alta capacidad de producción y resistencia a enfermedades. Al determinar las subespecies de abejas presentes en México, se puede evidenciar que la reproducción exitosa y controlada de *Apis mellifera* L. debe integrarse con prácticas agrícolas adecuadas, lo que permite observar diferencias en la producción entre las distintas subespecies. El objetivo de este estudio fue determinar las diferencias fisicoquímicas en muestras de miel obtenidas de *A. m. mellifera* (AM), *A. m. ligustica* (NL) y *A. m. caucasica* (NC). El estudio se realizó en Teocelo, Veracruz, una región donde predominan los cítricos y los cafetales. Se utilizaron 10 colmenas por subespecie, dispuestas de manera aleatoria. El muestreo de la miel se realizó directamente del panal, obteniendo 1.5 kg de miel por colmena de cada subespecie para medir sus características físicas y químicas. Los datos fueron analizados en el programa SAS. Los resultados de conductividad (NC 534.2±8.54 NL 480.2±6.41 AM 446.2±5.75) y color (NC 88±1.69 NL 77±1.75 AM 83±1.75), mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tres linajes ($p < 0.05$), mientras que los resultados de refracción (1.545±0.036) y grados Brix (83.55±1.74) no fueron estadísticamente diferentes entre tratamientos. Se concluye que la subespecie que elabora la miel influye directamente sobre las propiedades fisicoquímicas de la miel, lo que implica realizar pruebas más exhaustivas que muestren en qué componentes específicos radica esta diferencia. **Palabras clave:** características fisicoquímicas, genética, miel, producción.



2025-33-VET

Evaluación cicatrizante de miel de abeja obtenida de *Prosopis glandulosa* en heridas

Ramona Guadalupe Hernández Medina¹, Fidel Ávila Ramos², Ma. Eugenia Barreto Arias³, Monserrat Fernández Moya³, Elena Franco Robles², Osmar Antonio Jaramillo Morales^{3*}

¹ Maestría en Biociencias, ² Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ³Departamento de Enfermería y Obstetricia, División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato, Ex Hacienda el Copal, km. 9 Carretera Irapuato-Silao, AP. 311, Irapuato, Guanajuato. *Autor de correspondencia: oa.jaramillo@ugto.mx

Las heridas de la piel son un problema de salud común tanto en los países en desarrollo como en los industrializados. Se han empleado diferentes tratamientos para tratar heridas agudas y crónicas, sin embargo, muchos de estos son pocos eficaces. Por esta razón, se han buscado nuevas terapias alternativas, una de las cuales es el uso de miel como agente de tratamiento de heridas. La miel contiene una amplia gama de flavonoides, ácido fenólico, ácidos orgánicos, enzimas y vitaminas, que puede mejorar la cicatrización de heridas, pero este efecto puede variar en espectro y potencia con mieles de diferentes fuentes florales. En este sentido, la miel de mezquite (*Prosopis glandulosa*) ha sido muy poco estudiada y aún no se comprende bien el mecanismo de acción de la miel de mezquite (*Prosopis glandulosa*) sobre la cicatrización en las heridas. Por ende, el presente proyecto evaluó la actividad cicatrizante de la miel en un modelo experimental de herida a nivel preclínico. Se realizó una herida de incisión en ratas macho, se dividieron en 3 grupos: grupo experimental (miel), control negativo y control positivo (sulfadiazina de plata 1%). La miel y fármaco de referencia se aplicó 50 mg sobre la herida diariamente por un periodo de 22 días. A los días 1, 6, 14 y 22 días posterior a la herida se tomaron fotografías para determinar el porcentaje de cierre de la herida mediante el software ImageJ. Los resultados experimentales mostraron que la miel de mezquite tiene una mayor efectividad para acelerar la cicatrización de heridas de incisión en comparación con el control negativo y positivo ($p < 0.05$). Estos resultados sugieren que la miel de mezquite puede ser una alternativa terapéutica para el tratamiento de heridas.



2025-34-VET

Evaluación farmacológica de la actividad antinociceptiva del ajo *Snow Mountain* a nivel preclínico

Osmar Antonio Jaramillo Morales^{1*}, Yolanda Terán Figueroa², Nereida Violeta Vega Cabrera¹, Fidel Ávila Ramos³, Josué Vidal Espinosa Juárez⁴, Gerardo Ruvalcaba Palacios¹

¹Departamento de Enfermería y Obstetricia, División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato, ²Facultad de Enfermería y Nutrición, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, ³ Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia, División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. ⁴Escuela de Ciencias Químicas Sede Ocozocoautla, Universidad Autónoma de Chiapas, Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México. *Autor de correspondencia: oa.jaramillo@ugto.mx

El dolor es un problema de salud pública, por su elevada prevalencia y su repercusión en la calidad de vida de los seres vivos. Los tratamientos actuales no cubren las expectativas debido a su modesta eficacia y a la elevada presencia de reacciones adversas. Por tanto, es urgente proponer nuevas opciones terapéuticas. Dentro de estas alternativas tenemos el uso de productos naturales que exhiben propiedades analgésicas debido a una serie de moléculas bioactivas como antioxidantes, glucósidos, terpenos y fenoles. En este contexto, los ajos son naturalmente ricos en estos principios activos y son utilizadas por sus beneficios nutricionales. Sin embargo, no está bien establecido en qué sentido modifica la percepción del dolor. Por tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la actividad antinociceptiva de ajo (*Snow Mountain*) en el modelo animal de dolor. La actividad antinociceptiva se evaluó en ratas en las que se indujo el dolor intraplantar con formalina al 5%. Se contabilizó el número de sacudidas (conducta dolorosa) en ambas fases de la prueba (dolor nociceptivo e inflamatorio) inducido por la inyección de intraplantar de formalina. La administración oral del liofilizado de ajo (100 mg/kg) mostró (efecto antinociceptivo) una disminución significativa en el número de sacudidas en el dolor inflamatorio versus con el grupo control ($p < 0.05$). Por ende, nuestros resultados demuestran que el ajo tiene efectos antinociceptivos en el dolor tipo inflamatorio.

Palabras claves: Ajo, antinociceptivo, *Snow Mountain*.



2025-35-VET

Evaluación de la respuesta humoral de la vacuna de subunidades PLD y CP40 en un modelo murino frente a *Corynebacterium pseudotuberculosis ovis*

^{1,2}Roberto Montes-de-Oca-Jiménez*, ¹Maria Carla Rodríguez Domínguez*, ¹Adriana del Carmen Gutiérrez Castillo, ²Martha Elba Ruiz-Riva-Palacio, ³Pilar Eliana Rivadeneira-Barreiro, ³Pablo Cleomenes Zambrano-Rodríguez.

¹Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México. km 15.5 Carretera Panamericana Toluca-Atlaquemulco, Toluca, Estado de México, México, C.P. 50200. ²Plantel Sor Juana Inés de la Cruz. UAEM AMECAMECA. Universidad Autónoma del Estado de México. México- CP. 56900. ³Departamento de Veterinaria. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Técnica de Manabí. 130105. Portoviejo, Ecuador. **Correos:** romojimenez@yahoo.com*, ralerodriguez4@gmail.com, prometeoruiz@hotmail.com, pilar.rb26@hotmail.com; drpablozambrano@gmail.com, acgutierrezc@uaemex.mx.

Antecedentes

La ganadería ovina y caprina se ve gravemente afectada por la Linfadenitis caseosa (LAC), enfermedad infecto-contagiosa ocasionada por la bacteria Gram positiva *Corynebacterium pseudotuberculosis* biovar *ovis*. Las manifestaciones características de la LAC incluyen la formación de abscesos en nódulos linfáticos superficiales y/o viscerales. La enfermedad afecta la obtención de lana, carne y leche, así como causa daños en la reproducción provocando pérdidas económicas significativas en la industria de los pequeños rumiantes. En México los datos de prevalencia sobre LAC son limitados; sin embargo, se ha reportado una frecuencia de 33.3% de la enfermedad en los rebaños del Estado de Jalisco. A nivel mundial se comercializan bacterinas contra la LAC, sin embargo estas no han logrado conferir protección en todos los rebaños.

Justificación

La tecnología del ADN recombinante permite obtener antígenos con potencialidades inmunogénicas que pueden ser utilizados en nuevas vacunas. Las proteínas PLD y CP40 constituyen factores de virulencia de *C. pseudotuberculosis* que han sido utilizadas como antígenos vacunales confiriendo protección en animales infectados experimentalmente con *C. pseudotuberculosis*. Los programas para el control de la enfermedad están enfocados en la aplicación de profilácticos, y evitar el uso de antibióticos; sin embargo, en México no se comercializan vacunas contra la LAC. Es por ello que el desarrollo de una vacuna de producción nacional constituye una alternativa para abordar esta problemática.



Objetivo

El objetivo del presente trabajo es evaluar la respuesta inmune humoral de la vacuna de subunidades PLD y CP40 en un modelo murino frente a *Corynebacterium pseudotuberculosis ovis*.

Metodología

Las proteínas recombinantes PLD y CP40 se obtuvieron en el sistema de expresión heterólogo *Escherichia coli* BL21 DE3 transformados con los plásmidos pET28a-pld 2J-L y pET28a-cp40 2J-L. La purificación de las proteínas se realizó mediante cromatografía con el kit QIAexpress® Ni-NTA. La vacuna de subunidades se desarrolló a partir de las proteínas PLDr y (50µg) se utilizadas por separado y en un formulado que incluyo a ambas, en todos los casos en combinación con el adyuvante Saponina (Sigma Aldrich, EE.UU) (7.5µg). El experimento se realizó con 6 grupos: Grupo 1 animales inoculados con PBS; Grupo 2 animales inoculados con Saponina (3.5µg); Grupo 3 animales inoculados con PLDr (50µg) – Saponina (3.5µg); Grupo 4 animales inoculados con CP40r (50µg) – Saponina (3.5µg); Grupo 5 PLDr (50µg) - CP40r (50µg) – Saponina (3.5µg) y Grupo 6 animales desafiados con *Corynebacterium pseudotuberculosis ovis* cepa ATCC 43926. Se administraron 200µL de los formulados vacunales o PBS para grupos controles, por vía subcutánea, 2 dosis separadas de 21 días. Luego de 21 días de aplicada la segunda dosis de la vacuna todos los grupos excepto el Grupo 1 fueron desafiados vía intraperitoneal con 200 µL de 10⁴ UFC/mL de la cepa virulenta ATCC 43926. La evaluación de la respuesta inmune humoral (IgG Totales) se realizó mediante la técnica de ELISA. Para la normalización del sistema ELISA se aplicó un diseño de tablero de ajedrez donde se probaron 2 concentraciones de los antígenos PLDr y CP40r (2.5µg/mL y 3.5µg/mL) contra diluciones seriadas de un suero control positivo (1:20; 1:50; 100; 1:200) y un suero control negativo. Se determinó la curva ROC para establecer el valor de corte con el programa GraphPrims versión 10.2.3. Para el desarrollo de la técnica se utilizaron microplacas de poliestireno de 96 pocillos (Costar, Corning, NY, EE.UU) las cuales fueron sensibilizadas con 100µL de cada proteína (3.5µg/mL) por separado y combinadas, diluidas en buffer de carbonato 5.3% Na₂CO₃, pH 9.6 (Sigma-Aldrich, USA), siendo incubadas durante 24h a 4°C. Luego se realizaron cuatro lavados con 200 µL de PBS y Tween 20 al 0.05% (PBS-T) y seguidamente se realizó el bloqueo con 100 µL de leche descremada (Difco, USA) al 2% por una 1h a 37°C. Luego del bloqueo se realizaron cuatro lavados con 200 µL de PBS-T dejando secar y por último las placas se almacenaron a 4°C cubiertas con aluminio hasta su utilización. Se agregaron 100 µL de una dilución 1:20 en PBS de los sueros problemas (anticuerpos primarios) realizando una incubación de 1h a 37°C para posteriormente realizar cuatro lavados con 200 µL de PSB-T. Posteriormente, se añadió



el anticuerpo secundario anti-IgG ratón conjugado a enzima peroxidasa (Anti-Mouse IgG HRP Conjugated Antibody, ABM, EE. UU) en una dilución 1:1000 incubándose por 1h a 37°C, seguido de cuatro lavados con 200 µL PBS-T. Finalmente se agregaron 50 µL de 3,3', 5, 5' - tetramethylbenzidine (KPL SureBlue™ TMB Microwell Peroxidase Substrate, Sure) y se incubó en la oscuridad por 15 min. La lectura se realizó a una longitud de onda de 450nm en un Espectrofotómetro para placas (Epoch BioTek, EE.UU) acoplado al programa informático Gen5 versión 2.01.

Resultados

El análisis de la curva ROC para el ELISA utilizando como antígeno la proteína PLDr 2J-L (2.5µg) indicó un valor de corte de $DO= 0.074$ con $AUC = 0.967$ para una sensibilidad de 89.3% y una especificidad del 100%, mientras que para PLDr 2J-L (3.5µg) se obtuvieron los mejores indicadores con un área bajo la curva ROC de $AUC = 0.975$, un valor de corte de $DO= 0.0835$, para una sensibilidad de 91.7% y una especificidad del 100%. El análisis de la curva ROC para el ELISA indirecto usando CP40r 2J-L (2.5µg) mostró un valor de corte de 0.083 con $AUC = 0.958$ para una sensibilidad de 84.2% y una especificidad del 100%, mientras que con una concentración de 3.5µg el valor de corte fue de $DO= 0.091$ con $AUC = 0.970$ para una sensibilidad de 89.5% y una especificidad del 100%. El análisis de la curva ROC para el ELISA indirecto usando la combinación de ambas proteínas a una concentración de 2.5µg en una proporción 1:1 mostró un valor de corte de $DO=0.08$ con $AUC = 0.899$ para una sensibilidad de 87.2% y una especificidad de 91.7 %. También se evaluó el sistema ELISA con las proteínas a una concentración de 3.5µg donde el valor de corte fue de $DO= 0.068$ con $AUC = 0.946$ para una sensibilidad de 92.9 % y una especificidad del 100%. Para la determinación de los anticuerpos IgG totales de las muestras colectadas durante la evaluación de los formulados vacunales se utilizaron los sistemas ELISA con las proteínas a la concentración de 3.5µg. Los niveles de anticuerpos anti-PLD fueron evaluados durante el periodo de vacunación y luego del desafío (Figura 1). Los animales del grupo G4 fueron positivos a partir del día 10 post primera inoculación con diferencias estadísticas significativas ($p<0.05$) en comparación con el resto de los grupos experimentales. Luego de los 21 días el grupo G3 presentó niveles elevados de anticuerpos anti-PLD solo superados por el grupo G4, ambos con diferencias estadísticas significativas ($p<0.05$). Posterior al desafío los niveles de anticuerpos de los grupos controles G2 y G6 aumentaron en comparación con el grupo control sano (G1), sin diferencias entre sus valores. Los niveles de anticuerpos de los grupos G3 y G4 continuaron aumentando hasta el punto final del experimento, 30 días luego del desafío. Los niveles de anticuerpos anti-CP40 fueron superiores en el grupo G3 en comparación con el grupo G5 a los 21 días de la primera inmunización, mientras que a los 15 días de



administrada la 2da inmunización (día 36) el grupo G5 mostró resultados superiores. Luego del desafío el grupo G5 presentó los niveles de anticuerpos más elevados en comparación con los grupos controles y el grupo experimental G3 (Figura 2). El ELISA para la detección de anticuerpos IgG totales anti PLD+CP40 permitió identificar a los 10 días un aumento significativo en el Grupo G3, mientras que a los 42 y 57 días el grupo G4 también aumento sus valores sin mostrar diferencias estadísticas significativas en comparación con los valores alcanzados por el grupo G3. También a los 57 días (15 días después del desafío) los animales evaluados de los grupos G2, G5 y G6 aumentaron los niveles de IgG sin diferencias estadísticas significativas entre ellos. Por otra parte, a los 30 días post desafío los niveles de IgG del G3 fueron superiores al grupo G4 y G5 en comparación con los grupos controles (Figura 3).

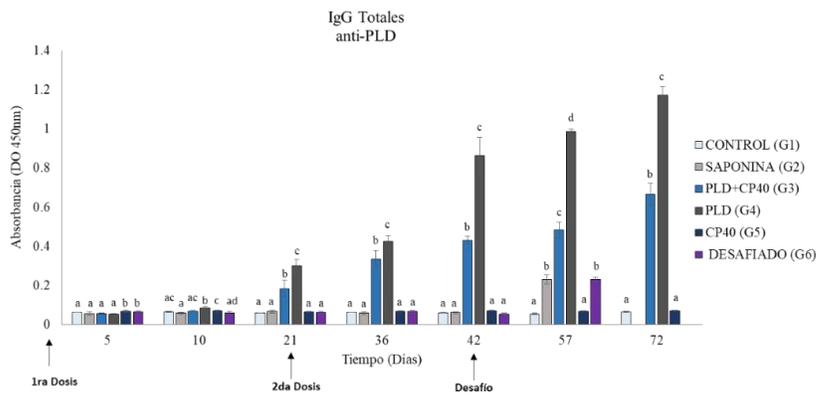


Figura 1. Niveles de anticuerpos totales IgG anti-PLD evaluados mediante ELISA. Día 0 al 21 (1ra dosis de formulados), día 21 al 42 (2da dosis de formulados), día 42 al 72 (30 días post desafío). Las barras indican la media de los valores (n=6) y la desviación estándar. La variación de las letras representan diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los grupos experimentales.

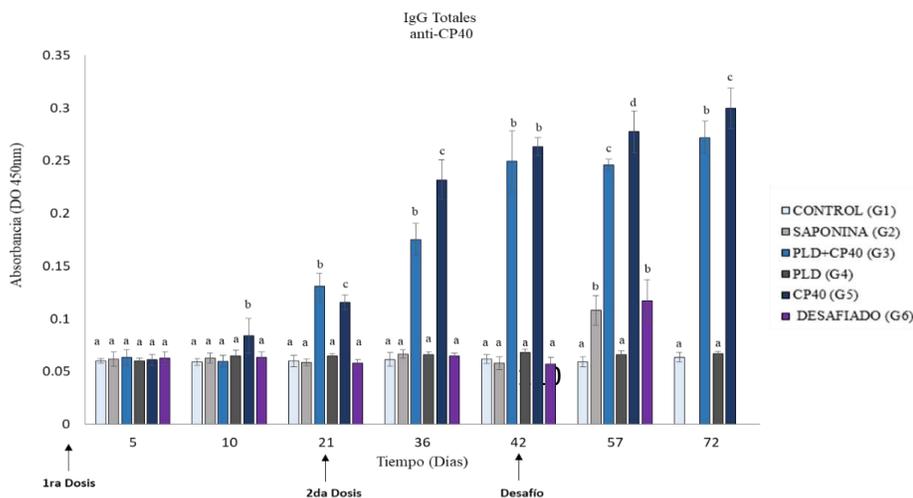




Figura 2. Niveles de anticuerpos totales IgG anti-CP40 evaluados mediante ELISA. Día 0 al 21 (1ra dosis de vacuna), día 21 al 42 (2da dosis de vacuna), día 42 al 72 (30 días post desafío). Las barras indican la media (n=6) y la desviación estándar. La variación de las letras indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los grupos experimentales.

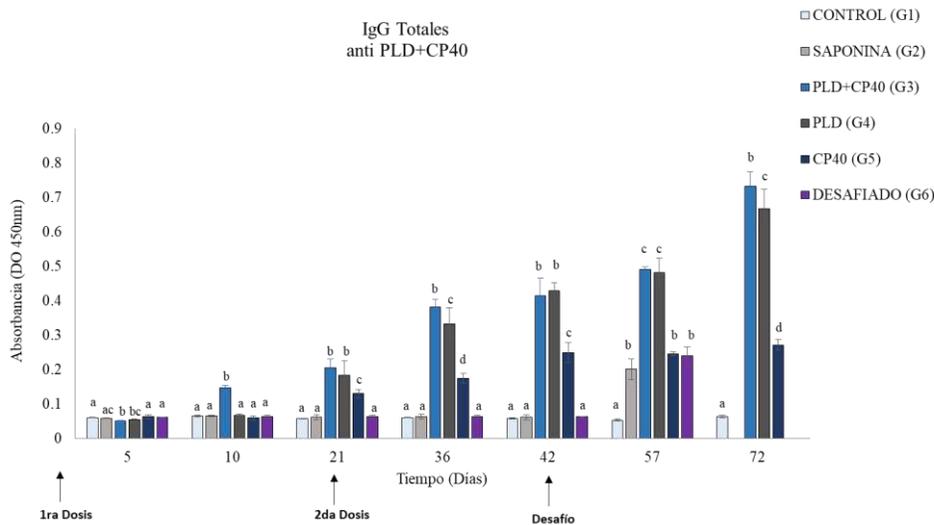


Figura 3. Niveles de anticuerpos totales IgG anti-PLD+CP40 evaluados mediante ELISA. Día 0 al 21 (1ra dosis de vacuna), día 21 al 42 (2da dosis de vacuna), día 42 al 72 (30 días post desafío). Las barras indican la media (n=6) y la desviación estándar. La variación de las letras indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los grupos experimentales.

Discusión

Los sistemas ELISA normalizados para la detección de los anticuerpos contra PLD y CP40 mostraron valores elevados de sensibilidad y especificidad cuando se utilizaron los antígenos a la concentración de $3.5 \mu\text{g}/\mu\text{L}$. Los porcentajes de sensibilidad y especificidad fueron superiores en comparación con los obtenidos por Barral y colaboradores, quienes evaluaron diferentes concentraciones de las proteínas PLD y CP40 obtenidas vía recombinantes para la detección de IgG en ovinos y caprinos, reportando para PLDr 91% y 98.7%, para CP40r 75.6 % y 76%, mientras que la combinación de las proteínas PLDr + CP40r (94.8%) mostro valores de sensibilidad superiores a los de nuestro trabajo. El uso de proteínas recombinantes para el diseño de sistemas ELISA no solo garantiza la especificidad, sino también que los antígenos estén purificados y caracterizados. La respuesta inmune adaptativa generada por una vacuna depende en gran medida de la capacidad que tengan los formulados para la activación de los linfocitos B, siendo estas células las encargadas de la producción de



los anticuerpos (Ac). Los Ac IgG participan en la neutralización de los patógenos, activación del complemento con opsonización y fagocitosis de patógenos, así como promueven la muerte de las células infectadas mediante la activación de citotoxicidad celular mediada por anticuerpos. En el presente trabajo se identificó un elevado título de IgG anti-PLD luego de los 21 días de aplicada la vacuna y los animales del grupo G3 presentaron altos títulos de IgG anti-PLD solo superados por el grupo G4, ambos con diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$). Los niveles de anticuerpos de los grupos G3 (PLDr+CP40r) y G4 (PLDr) aumentaron alcanzando valores por encima de una $DO = 1.2$ luego de 30 días del desafío. Estos resultados muestran la capacidad de los formulados en base a PLDr y PLDr y CP40r para inducir una respuesta humoral de IgG anti-PLD con aumentos significativos luego del desafío. Los niveles de anticuerpos anti-CP40 fueron superiores en el grupo G3 (PLDr+CP40r) en comparación con el grupo G5 (CP40r) tras 21 días de la primera inmunización, posteriormente a los 15 días de administrada la 2da inmunización (día 36) el grupo G5 mostró resultados superiores. Luego del desafío el grupo G5 presentó los niveles de anticuerpos más elevados en comparación con los grupos controles y el grupo experimental G3. Los niveles de anticuerpos anti-CP40 fueron menores que los alcanzados para PLD, siendo los valores máximos de DO (entre 0.25 y 0.3) para el grupos G5 (CP40r) seguido de G3 (PLDr+CP40r) luego de los 30 día post-desafío. El análisis de los anticuerpos IgG totales utilizando el sistema de ELISA recubierto con ambos antígenos sugiere que la respuesta humoral se encuentra favorecida hacia el antígeno PLD, ya que los niveles de respuesta alcanzados por los animales del G3 y G4 fueron similares, siendo solo superiores en el grupo G3 a los 72 días del experimento. Por su parte los valores de IgG totales en el grupo G5 se mantuvieron por debajo en todo momento del experimento.

Conclusión

El antígeno PLD constituye el factor de virulencia principal de la bacteria, es una toxina con un elevado potencial para estimular la activación de la respuesta inmune de tipo humoral. La formulación donde se combinaron ambas proteínas mostró un aumento con diferencias estadísticas significativas tanto en las etapas de vacunación como luego del desafío, con un aporte de anticuerpos anti-PLD. Existe jerarquía entre los epitopos de las proteínas y la presencia de epitopos inmunodominantes en la proteína PLD puede ser uno de los factores que influyen en el predominio de Ac contra esta molécula.

Bibliografía

Barral TD, Mariutti RB, Arni RK, Santos AJ, Loureiro D, Sokolonski AR, Azevedo V, Borsuk S, Meyer R, Portela RD. A panel of recombinant proteins for the serodiagnosis of caseous lymphadenitis in goats and sheep. *Microb Biotechnol.* 2019,12(6):1313-1323. Doi: 10.1111/1751-7915.



2025-36-VET

Análisis de los mecanismos de resistencia antimicrobiana de *Corynebacterium pseudotuberculosis*

¹Dan Israel Zavala-Vargas*, ^{1,2}Roberto Montes-de-Oca-Jiménez*, ²Martha Elba Ruiz-Riva-Palacio, ³Pilar Eliana Rivadeneira-Barreiro, ³Pablo Cleomenes Zambrano-Rodríguez, ¹José Antonio Ibancovich Camarillo.

¹Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México. km 15.5 Carretera Panamericana Toluca-Atlaquemulco, Toluca, Estado de México, México, C.P. 50200. ²Plantel Sor Juana Inés de la Cruz. UAEM AMECAMECA. Universidad Autónoma del Estado de México. México- CP. 56900. ³Departamento de Veterinaria. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Técnica de Manabí. 130105. Portoviejo, Ecuador. **Correos:** danisraelz@gmail.com*, romojimenez@yahoo.com*, prometeoruiz@hotmail.com, pilar.rb26@hotmail.com; drpablozambrano@gmail.com.

Resumen

Corynebacterium pseudotuberculosis (*C. pseudotuberculosis*) es una bacteria intracelular Gram-positiva que causa linfadenitis caseosa, generando pérdidas económicas significativas en el ganado al afectar la condición física del animal, conllevando a pérdidas en la producción de leche y carne. En este estudio, realizamos un análisis comparativo de fenotipos y genotipos de resistencia a los antimicrobianos. Inicialmente, realizamos una búsqueda extensiva de antibióticos que fueron reportados con resistencia antimicrobiana en *C. pseudotuberculosis* y comparamos los resultados con nuestra predicción de genes de resistencia (Resistoma). Para este propósito, 227 genomas de *C. pseudotuberculosis* obtenidos de la base de datos NCBI y fueron analizados *in silico*, utilizando el Identificador de Genes de Resistencia (RGI) de la base de datos integral de genes de resistencia a antibióticos. Como resultado, observamos que en la literatura se ha reportado alta resistencia a betalactámicos como penicilina, amoxicilina y clindamicina, así como gentamicina, kanamicina, eritromicina, clindamicina y timitropim/sulfametoxazol. La mayoría de estos datos son consistentes con nuestra predicción de secuencias de resistencia a antibacterianos. Aunque pudimos predecir muchas secuencias de resistencia, una gran parte de ellas no han sido reportadas fenotípicamente. Esto puede explicarse por la presencia de otros factores involucrados en la expresión fenotípica. También pudimos observar la presencia de genes de resistencia reportados en estudios previos que concuerdan con nuestro análisis. Nuestro estudio también ofrece algunas recomendaciones de antimicrobianos reportados con menor resistencia que pueden usarse en el tratamiento de la linfadenitis caseosa en ovejas.

Introducción

C. pseudotuberculosis provoca la infección crónica denominada linfadenitis caseosa (LAC) en diferentes tipos de ganado como ovejas, cabras, caballos, llamas, camellos, búfalos, alpacas, y también humanos. Aunque, principalmente infecta ovejas y cabras



(Ruiz *et al.*, 2020). Con menor frecuencia también puede causar neumonía, hepatitis, mastitis, artritis, orquitis, abscesos subcutáneos, abortos, mortalidad perinatal y mastitis en ganado vacuno y búfalos (Osman *et al.*, 2018). El tratamiento generalmente implica terapia con antibióticos, a menudo a base de penicilina, y drenaje quirúrgico para la forma cutánea de LCA. El manejo de la forma visceral de LCA requiere un enfoque más individualizado según la gravedad y la ubicación de la infección; al afectar pulmón, hígado, bazo y nódulos linfoides; quienes desarrollan abscesos de tamaño variable. La LCA visceral a menudo provocan signos sistémicos como pérdida de peso, dificultad respiratoria y disminución de la productividad. El empleo de alambre de púas para proteger las granjas de ovejas y cabras es una de las prácticas de manejo deficientes más importantes que causan heridas con infección posterior. Así mismo, la presencia de objetos punzocortantes en comederos y bebederos, la esquila y cortes en orejas y ombligo (Guimarães *et al.*, 2011). La enfermedad se transmite principalmente a través de la ruptura de abscesos y otros animales pueden estar sujetos a la infección por *C. pseudotuberculosis*, ya sea por contacto directo con el animal enfermo o infección indirecta a través del ambiente contaminado (Baird and Fountain, 2007).

LCA ha sido reportada en diversos países que atienden la producción de pequeños rumiantes como China, Australia, Brasil, México, Paraguay, Canadá, Turkia, Chile, Argentina y Reino Unido, mostrando evidencias de afectaciones en la producción (Gao *et al.*, 2018; Windsor, 2014). La frecuencia de presentación de la enfermedad en cada región o país depende principalmente del tipo de explotación ganadera, siendo en la mayoría de los casos una enfermedad muy extendida pero escasamente notificada.

Para el tratamiento de *C. pseudotuberculosis*, se han desarrollado diferentes vacunas, sin embargo, aún no están disponibles en todos los países productores de pequeños rumiantes, incluido México. En algunos casos estas vacunas no previenen la infección, y presentan problemas como tasas de protección variables o reacciones adversas (Rodríguez *et al.*, 2021). Debido a esto, el principal tratamiento contra este patógeno es mediante antimicrobianos. La aparición y propagación de la resistencia a los antimicrobianos es un problema relevante, generando un tratamiento ineficiente contra la LAC. Con base en los resultados de varios estudios sobre diferentes *Corynebacterium* spp. Se han encontrado diferentes mecanismos de resistencia como, alteración de las proteínas de unión a penicilinas (García-Bravo *et al.*, 1996), cambio del sitio de unión del ribosoma (23S rRNA) (metilación) o modificación en el modo de eflujo activo del antibiótico desde la célula o inhibición del antibiótico por enzimas (Arthur *et al.*, 1990).



Objetivo

Realizar el análisis comparativo de los mecanismos de resistencia antimicrobiana de *Corynebacterium pseudotuberculosis*.

Metodología

Fue empleado el Identificador de Genes de Resistencia (RGI) para predecir resistomas metagenómicos utilizando datos de referencia de la base de datos integral de resistencia a los antibióticos (CARD), una base de datos curada que proporciona secuencias de referencia y herramientas para el análisis y el seguimiento de resistomas; se analizaron 227 secuencias de *C. pseudotuberculosis* (Swain *et al.*, 2020). Se consideró que los resultados tenían una identidad superior al 40% en comparación con las secuencias ontológicas. Los genomas analizados se obtuvieron de los conjuntos de datos del NCBI enviados a GenBank (Clark *et al.*, 2016).

Resultados

Para comprender la relación entre el fenotipo y el genotipo (resistoma) que fueron predichos a partir del análisis del genoma de *C. pseudotuberculosis*, se realizó un comparativo, en donde se observó que bibliográficamente se ha reportado una alta resistencia a la penicilina, amoxicilina, ampicilina, gentamicina, kanamicina, clindamicina, metronidazol, eritromicina y norfloxacino que son algunos de los principales medicamentos usados para el tratamiento de esta enfermedad en ovejas y cabras. El reporte de esta resistencia en su mayoría puede explicarse con nuestra predicción del resistoma *in silico*. En donde se predijo una combinación de genes de resistencia, de la cual destacan mecanismos como bombas de eflujo de antibióticos, alteración de diana de antibióticos, inactivación de antibióticos, sustitución de objetivos antibióticos, protección antibiótica y permeabilidad de membrana reducida.

Uno de los hallazgos más relevantes de esta investigación es el reporte de bombas de eflujo de antibióticos, este es un mecanismo que no se había reportado previamente en *C. pseudotuberculosis* y del cual, nuestro estudio pudo predecir 10 genes relacionados. Junto con estos, se encontró al gen *macB* que es una bomba de eflujo tripartita con, de la cual pudimos detectar una gran cantidad de copias presentes en todos los genomas analizados. En total pudimos predecir 35 genes de resistencia de los cuales 23 son intrínsecos a este organismo y 12 podrían considerarse extrínsecos, ya que no se encuentran en todos los genomas analizados. Además, dentro de los antibióticos con menor resistencia reportados bibliográficamente pudimos encontrar, cefotaxima,



meropenem, bacitracina y claritromicina, estos antibióticos han presentado bajos fenotipos de resistencia y pocas similitudes encontradas con genes de resistencia.

Conclusión

Al analizar la relación entre fenotipo y genotipo, se observó que, aunque este organismo porta múltiples genes de resistencia, en muchos casos no se ha reportado su expresión. Esto puede deberse a diferentes factores que son muy difíciles de predecir. Por ello, observar la evolución del proceso infeccioso es fundamental para el tratamiento de este patógeno. Para encontrar una solución funcional es necesario el desarrollo de herramientas capaces de correlacionar datos fenotípicos, genotípicos y ambientales, permitiendo una visión completa de la expresión fenotípica de la resistencia bacteriana.

Referencias

- Arthur, M.; Nolin, C.; Mabilat, C. and Courvalin, P. (1990): Detection of erythromycin resistance by the polymerase chain reaction using primers in conserved region of erm rRNA methylase genes. *Antimicrob Agents Chemother*, 34 (10): 2024-2026. Baird, G.J. and Fontaine, M.C. (2007): *Corynebacterium pseudotuberculosis* and its role in ovine caseous lymphadenitis. *J Comp Pathol*, 137 (4): 179-210.
- Carrillo, G., Ortega, S., & Hernández, S. (2005). Prevalencia de linfadenitis caseosa en hatos caprinos de la Comarca Lagunera de Durango. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 4(1), 51-56. <https://doi.org/10.3390/ani10111962>.
- Clark K, Karsch-Mizrachi I, Lipman DJ, Ostell J, Sayers EW. GenBank. *Nucleic Acids Res*. 2016 Jan 4;44(D1):D67-72. doi: 10.1093/nar/gkv1276. Epub 2015 Nov 20. PMID: 26590407; PMCID: PMC4702903.
- García-Bravo, M.; Aguado, J.M.; Morales, J.M. and Noriega, A.R. (1996): Influence of external factors in resistance of *Corynebacterium urealyticum* to antimicrobial agents. *Antimicrob Agents Chemother*, 40 (2): 497-499.
- Gao, H., Ma, Y., Shao, Q., Hong, Q., Zheng, G., & Li, Z. (2018). Genome sequence of *Corynebacterium pseudotuberculosis* strain KM01, isolated from the abscess of a goat in Kunming, China. *Genome Announcements*, 6(11), e00013-18. <https://doi.org/10.1128/genomeA.00013-18>.
- Guimarães, A.S., Carmo, F.B., Heinemann, M.B., Portela, R.W.D., Meyer, R., Andrey, P.L. (2011). High sero-prevalence of caseous lymphadenitis identified in slaughterhouse samples as a consequence of deficiencies in sheep farm management in the state of Minas Gerais, Brazil. *BMC Vet Res*. 7: 68.



Osman AY, Nordin ML, Kadir AA, Saharee AA (2018) La epidemiología y la fisiopatología de la linfadenitis caseosa: una revisión. *J Vet Med Res* 5(3): 1129.

Rodríguez Domínguez, M. C., Montes de Oca Jiménez, R., & Varela Guerrero, J. A. (2021). Linfadenitis caseosa: Factores de virulencia, patogénesis y vacunas. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12(4), 1221-1249. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i4.5699>

Ruiz, H., Ferrer, L. M., Ramos, J. J., Baselga, C., Alzuguren, O., Tejedor, M. T., de Miguel, R., & Lacasta, D. (2020). The relevance of caseous lymphadenitis as a cause of culling in adult sheep. *Animals*, 10(11), 1962. <https://doi.org/10.3390/ani10111962>.

Swain, S. S., Sharma, D., Hussain, T., & Pati, S. (2020). Molecular mechanisms of underlying genetic factors and associated mutations for drug resistance in *Mycobacterium tuberculosis*. *Emerging Microbes Infections*, 9*, 1651–1663. doi: 10.1080/22221751.2020.1785334.

Varela, G. J. A., Montes de Oca, J. R., Acosta, J. D., Hernández, F. L., Morales, E. V., & Monroy, S. G. H. (2018). First report of isolation and molecular characterization of the pathogenic *Corynebacterium pseudotuberculosis* from sheep and goats in Mexico. *Microbial Pathogenesis*, 117, 304-309. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.02.043>

Windsor, P.A. (2011). Control of Caseous Lymphadenitis. *Vet Clin Food Anim* 2011; 27: 193–202.



2025-37-VET

Análisis de prácticas tecnológicas en ranchos ganaderos en el municipio de Madera, Chihuahua

Sergio Román-Ponce^{1*}, Francisco Alvidrez-Hinojos², José Maria Carrera-Chávez², GAC-CMD^{1}, Edith Rojas-Anaya¹, Bernardino Espinoza-Velasco¹, Elizabeth Perez-Ruiz¹, José Luis Garcia-Perez¹**

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental la Campana, Chihuahua, México. ²Instituto de Ciencias Biomédicas. Departamento de Ciencias Veterinarias. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez *Autor de correspondencia: Sergio Román-Ponce. Km 33 carretera Chihuahua – Ojinaga. C.P. 32910, Aldama, Chihuahua. Email: roman.sergio@inifap.gob.mx;francisco.alvidrezh@gmail.com;jose.carrera@uacj.mx;asesores.ggavatt.cuu@gmail.com;rojas.edith@inifap.gob.mx;espinoza.bernardino@inifap.gob.mx;perez.elizabeth@inifap.gob.mx;garciap.luis@inifap.gob.mx. **GAC-CMD: Grupo de Agentes de Campo en la Compañía Minera Dolores integrado por IZSP José Manuel Álvarez Fernández, IZSP Abigail Domínguez Contreras, IZSP Francisco Antonio Moreno Pérez, MVZ Miguel Ángel Ruvalcaba Covarrubias, MVZ Julio Cesar Ruiz Lopez, IZSP Lucia Elizabeth Meraz Martínez.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue analizar las practicas tecnológicas en ranchos ganaderos integrantes de cinco GGAVATT ubicados en el Ejido Huizopa, del Municipio de Madera, Chihuahua, México. Después de un año de trabajo mediante la aplicación del modelo GGAVATT, se estimó el uso de tecnología en cada uno de los cinco GGAVATT y en general del proyecto de validación y transferencia de tecnología, y fue comparado con el diagnóstico estático y los resultados del Censo Nacional Agropecuario 2022. La variación en el uso de tecnología se explica derivado a que cada uno de los ranchos, y por ende cada uno de los GGAVATT, presentan retos y condiciones particulares que van haciendo que el énfasis en la incorporación de tecnología sea diferenciado. Sin embargo, se ve un avance homogéneo entre los distintos grupos en cuanto a la adopción de tecnología, y sobre todo en cuando al correcto uso de las prácticas recomendadas a través del grupo de agentes de cambio del modelo GGAVATT. Estos hallazgos resaltan la importancia de una gestión integral y tecnológicamente avanzada para mejorar la productividad y la sostenibilidad de las operaciones ganaderas.

Palabras clave: bovinos carne, GGAVATT, transferencia de tecnología

ANTECEDENTES

El sistema de producción vaca-becerro en México se enfoca en la producción de becerros al destete, utilizando predominantemente razas europeas sin características



de ganado lechero, ya que estas razas generan los mejores genotipos para la engorda estabulada, semi-estabulada o en pradera. La producción comienza con el nacimiento de los becerros a partir de marzo y finaliza ocho meses después con el destete, cuando los becerros alcanzan un peso vivo entre 150 y 200 kg. Posteriormente, los becerros son acondicionados (repasto) hasta alcanzar un peso vivo de entre 230 y 320 kg, preparándolos para su exportación o engorda nacional (Callejas *et al.*, 2014). La ganadería en Chihuahua se distingue por la producción de becerros al destete destinados a la exportación, lo cual demanda una extensa cantidad de hectáreas por cada unidad animal (más de 20 hectáreas) y se caracteriza por recibir poca precipitación anual (Callejas *et al.*, 2014).

En México, el sector minero-metalúrgico aporta el 2.05% del Producto Interno Bruto Nacional (INEGI, 2021). Además de ser el líder mundial en producción de plata por más de 13 años consecutivos, México se posiciona entre los diez primeros países en la producción de 17 minerales a nivel global. Según el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), al cierre de 2021 se registraron 406,179 empleos directos en el sector minero, lo que representa un aumento del 10.4% (equivalente a 38,244 empleos adicionales) en comparación con el mismo mes de 2020 (Gobierno de México, 2021). Chihuahua se ubica en el tercer lugar a nivel nacional, con un valor acumulado de producción de \$37,047 millones de pesos (INEGI, 2023); esto equivale aproximadamente al 4.00% del Producto Interno Bruto (PIB) del estado (Gobierno del Estado de Chihuahua, 2022).

Hoy en día las compañías mineras han demostrado su compromiso notable con la responsabilidad social, implementando acciones dirigidas a mejorar la calidad de vida de las comunidades dentro de sus áreas de operación. Entre ellas se encuentra la Compañía Minera Dolores (CMD) S.A. de C.V., que ha integrado en su plan de cierre social iniciativas para fortalecer la ganadería bovina, específicamente en el sistema vaca cría. Para ello se aplicó el modelo GGAVATT (Grupo Ganadero de Validación y Transferencia de Tecnología), el cual tiene el propósito de promover la transferencia y adopción de tecnologías innovadoras entre los productores ganaderos. Este modelo busca mejorar la productividad y rentabilidad de las explotaciones ganaderas, así como mejorar el nivel de vida de los productores; fomentando, además, la conservación y mejoramiento de los recursos naturales.

JUSTIFICACIÓN

El sistema vaca cría empleado en esta región desempeña un papel fundamental en la economía de las familias. Este sistema se basa en la producción de becerros con el objetivo de venderlos al destete, y posteriormente, destinarlos al proceso de engorda y



exportación a los Estados Unidos de América. Sin embargo, en este tipo de sistema de producción el uso de tecnología es bajo, y entre los principales inconvenientes destacan: problemas reproductivos derivados de una alimentación deficiente, inadecuado e inoportuno manejo sanitario de los animales ya que no se cuentan con calendarios de vacunación y desparasitación acorde a la zona, sobrepastoreo de los potreros debido a un deficiente manejo de los agostaderos, ausencia de esquemas de mejoramiento genético, nula asesoría técnica por parte de un profesional, entre otras. Es por eso que el modelo GGAVATT, estrategia desarrollada por el INIFAP, misma que ha demostrado ser sumamente exitosa para acelerar el proceso de Validación-Transferencia-Adopción de tecnología en ranchos ganaderos, fue implementada con el objetivo de incrementar el uso de tecnología en los ranchos ganaderos.

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fue analizar las prácticas tecnológicas en ranchos ganaderos integrantes de cinco GGAVATT ubicados en el Ejido Huizopa, del Municipio de Madera, Chihuahua, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se aplicó el instrumento del diagnóstico estático a 38 productores integrantes de cinco GGAVATT: San Agustín, Rancho Mora, Peñita, El Árbol y Productores Ganaderos Cinco Nombres, todos ubicados en el Ejido Huizopa, del municipio de Madera, Chihuahua, México, cuyo sistema de producción predominante es el denominado vaca-cría. Este instrumento consta de 132 preguntas dividido en las siguientes secciones: socio-cultural, socio-económico, socio-ecológico, de producción vegetal, gestión del rancho y producción animal.

Después de un año de trabajo, se llevó a cabo un diagnóstico dinámico, en el cual se entrevistó a los cinco técnicos especializados asignados a cada uno de los GGAVATT. Este diagnóstico tuvo como objetivo analizar el grado de adopción de tecnologías con el fin de incrementar la productividad y sustentabilidad de los ranchos ganaderos integrantes de los GGAVATT.

Toda la información fue capturada en una base de datos utilizando el programa Excel (Microsoft Office). Para el análisis del promedio de uso de tecnología se obtuvieron las medias aritméticas simples o promedios ponderados. Finalmente, se procedió a consultar los resultados del número de unidades de producción con cría y explotación de bovinos, según porcentaje de tipo de tecnología-Censo Nacional Agropecuario del INEGI (INEGI-CNA, 2022).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el manejo sanitario, la aplicación de vacunas y bacterinas a nivel estatal es del 93.16 % (INEGI-CNA, 2022). En este rubro, a nivel municipal y del ejido, se obtuvo un 92.80 % y 91.18% respectivamente. En el diagnóstico estático 94.70 % de los productores mencionaron realizar estas prácticas. Sin embargo, los técnicos mencionan que no se hacía de la manera más óptima. Esta práctica es esencial, ya que permite que los animales estén protegidos contra diversas enfermedades, para así prevenir pérdidas económicas significativas y garantizar la salud y bienestar del hato. En lo que respecta a la desparasitación externa, los valores estatales, municipales y los obtenidos del diagnóstico estático (Román-Ponce *et al.*, 2024) son similares con el 88.51 %, 85.16 % y 86.80 %, quedando los tres por debajo del 94.18 % de los productores que lo están implementando hoy en día.

En el área de manejo reproductivo, se compararon dos prácticas, empadre controlado y empadre continuo. La primera de ellas, el empadre controlado, dicha práctica es necesaria para llevar a cabo una buena planificación en cuanto a la reproducción del ganado, permitiendo la mayor eficiencia reproductiva, y reducir el intervalo entre partos, solo por mencionar algunos beneficios. En el estado el 27.04% de los productores lo realiza (INEGI-CNA, 2022), quedando por debajo de esta cifra el valor obtenido en el diagnóstico estático, con un 18.50 % (Román-Ponce *et al.*, 2024), seguido por el dato de los productores del municipio de Madera, que la utilizan en un 13.64 %, mientras que en el diagnóstico dinámico el resultado fue 7.18 %.

En lo que respecta al manejo de agostadero, el 10.50 % afirmaban utilizar la rotación de potreros, cifra que está por debajo del 63.52 % a nivel estatal y del 74.49 % municipal (INEGI-CNA, 2022). Sin embargo, no se está realizando un manejo óptimo del agostadero, ya que ningún productor ha determinado el coeficiente de agostadero, lo cual lleva al sobrepastoreo, degradación del suelo y del ecosistema, baja productividad, pérdida de biodiversidad, entre otras.

En el manejo de la alimentación, la práctica a comparar fue la suplementación energética y proteica, donde, según lo dicho por los productores, un 94.70 % la lleva a cabo (Román-Ponce *et al.*, 2024), contrastando con el 100% del diagnóstico dinámico, estando por encima del promedio estatal y municipal arrojado por el CNA con un 43.50% y 48.99% respectivamente (INEGI-CNA, 2022), esto debido a la implementación de capacitación de los productores por parte de los técnicos a cargo para la elaboración de bloques multi-nutricionales. Dando seguimiento al manejo de la alimentación, el 50.00 % de los productores expuso el brindar minerales a su ganado,



en contraste con los datos estatales 84.37 % y los municipales 97.35 % (INEGI-CNA, 2022).

Cuadro 1. Promedio simple y ponderado para el uso de tecnología obtenidos mediante un diagnóstico dinámico en los cinco GGAVATT en el Ejido Huizopa, Madera, Chihuahua.

Promedio	Nombre del GGAVATT					
	Proyecto	San Agustín	Rancho Mora	Peñita	El Árbol	Cinco Nombres
Simple (%)	54.22	54.40	45.14	51.00	50.40	69.23
Ponderado (%)	51.91	50.78	48.46	43.61	48.44	68.24

Finalmente, en el Cuadro 1 se presentan los porcentajes simples y ponderados para el uso de tecnología en cada uno de los GGAVATT y en general del proyecto de validación y transferencia de tecnología. La incorporación de prácticas tecnológicas en ranchos ganaderos depende de la receptividad de los propietarios, de las condiciones particulares los mismos; por ende, cada uno de los GGAVATT presentan retos y condiciones particulares que van haciendo que el énfasis en la incorporación de tecnología sea diferenciado. Sin embargo, se ve un avance en el correcto uso de las prácticas recomendadas a través del grupo de agentes de cambio del modelo GGAVATT, situación que genera discrepancias con la información obtenida en el diagnóstico estático, misma que es basada en la percepción del productor.

CONCLUSIÓN

La implementación de tecnología en general en el manejo ganadero muestra una tendencia positiva, aunque aún hay áreas donde se pueden hacer mejoras, como en el uso de suplementos nutricionales, empadre controlado y la incorporación de prácticas de manejo del agostadero más sostenibles. Estos hallazgos resaltan la importancia de una gestión integral y tecnológicamente avanzada para mejorar la productividad y la sostenibilidad de las operaciones ganaderas. Es por ello, que, para alcanzar el máximo potencial en la ganadería, es crucial no solo adoptar nuevas tecnologías, sino también enfocarse en la capacitación continua de los productores, promover la investigación y desarrollo de nuevas técnicas, y fomentar la colaboración entre distintos actores del sector.

LITERATURA CITADA

Callejas-Juárez, N., Aranda-Gutiérrez, N., Rebollar-Rebollar, S., De la Fuente-Martínez, M., 2014. Situación económica de la producción de bovinos de carne en el estado de



Chihuahua, México. Agronomía Mesoamericana.
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/14213/13512>

Gobierno de México, secretaria de Economía, 2021. Acciones y programas. Minería.
<https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/mineri>

Gobierno del Estado de Chihuahua, 2022. Pagina Web
<https://chihuahua.gob.mx/prensa/alcanza-chihuahua-el-tercer-lugar-nivel-nacional-en-valor-de-produccion-minera>

INEGI, 2021, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2021. Minería.
<https://www.inegi.org.mx/temas/mineria/>

INEGI, 2023, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2023. Producto Interno Bruto por entidad federativa (PIBE).
<https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/PIBEF/PIBEF2022.pdf>

INEGI-Censo Nacional Agropecuario. <https://www.inegi.org.mx/programas/ca/2022/>

Román-Ponce Sergio, GAC-CMD, Francisco Alvidrez-Hinojos, Bernardino Espinoza-Velasco, Elizabeth Perez-Ruiz, Pedro Jurado-Guerra, José Luis García-Perez. 2024. Diagnóstico estático de ranchos ganaderos del ejido Huizopa en el municipio de Madera, Chihuahua. Memoria del VI Congreso Internacional Abanico Veterinario, Agroforestal, Ambiental, Pesquero, Acuícola y del Mar, 2024. 2024-07-VET. Pp 43-50.



2025-38-VET

Evaluación de la azaperona vía intranasal para reducir el estrés en cerdos postcastración

Navarro González América Dení¹ **Ávila Ramos Fidel**² **Ángel Sahagún Cesar Andrés**²
Arredondo Castro Mauricio² **Hernández Rivera Juan Augusto**³ **Hernández Marín José Antonio**²

¹Maestría Interinstitucional en Producción Pecuaria. División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca de la Universidad de Guanajuato. ²Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia. División Ciencias de la Vida, Universidad de Guanajuato Campus Irapuato-Salamanca ³ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Colima Autopista Colima-Manzanillo, km 40. Crucero de Tecomán, CP. 28100. Correo electrónico: ad.navarrogonzalez@ugto.mx, ledifar@ugto.mx, csahagun@ugto.mx, arredondo.m@ugto.mx, jhernandez2@ucol.mx, jahmarin@ugto.mx

Antecedentes

La castración en lechones es una práctica rutinaria en la porcicultura, el procedimiento consiste en eliminar los testículos con el objetivo de evitar el olor sexual, un hedor ocasionado por la presencia de compuestos como la androstenona y el escatol (Countant *et al.*, 2023; Neary *et al.*, 2024). La técnica descrita se hace durante los primeros días de vida, en la mayoría de los países se realiza sin manejo de dolor (anestesia o analgesia); sin embargo, diversos estudios demuestran que es un procedimiento doloroso e invasivo para el bienestar animal (Schmid *et al.*, 2021), el argumento utilizado que justifica esta práctica es “a menor edad menor dolor” (Heidi y Hamm, 2013).

La castración sin analgesia además de inducir dolor y sufrimiento intenso causa estrés, lo que activa el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal y el sistema nervioso simpático (Pérez-Pedraza *et al.*, 2018), induce cambios conductuales, bioquímicos y endocrinos, que pueden ser minimizados al aplicar anestesia y/o analgesia (Telles *et al.*, 2016). La azaperona es un agente neuroléptico del grupo de las butirofenonas, indicado para la sedación, anestesia general y tratamiento de estrés en cerdos (Botana *et al.*, 2002; Riviere y Papich 2018; Crowell *et al.*, 2019).

Axiak *et al.* (2007) para la castración de lechones, compararon el efecto de una combinación anestésica la cual se administró por vía intramuscular (IM) e intranasal (IN), donde se incluyó la azaperona. Mientras tanto Becker *et al.* (2021) emplearon S-ketamina y ketamina racémica en combinación con azaperona por vía IM e IN con el objetivo de evaluar el cambio en la vía de aplicación que reduce las respuestas al estrés. Svoboda *et al.* (2023) compararon la eficacia de la administración IN e IM de



azaperona para lograr la sedación en lechones. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio es evaluar el efecto de la azaperona por vía intranasal para reducir el estrés en cerdos durante la castración quirúrgica.

Justificación

Actualmente existen productores conscientes del bienestar animal y el impacto productivo, aunque la anestesia general no constituye una opción viable, existen prácticas que permiten preservar y demostrar un compromiso con el bienestar de los lechones con menor cantidad de recursos económicos y mano de obra adicional (Countant *et al.*, 2023). Este es el caso de la administración de fármacos que reducen el estrés generado por procesos quirúrgicos zootécnicos, lo que a su vez disminuye el sufrimiento durante y después del procedimiento, ayuda a la recuperación efectiva y con el mínimo de riesgo de infección por un sistema inmunológico debilitado, lo que representa un beneficio para el animal y el productor (Telles *et al.*, 2016).

Objetivo

Evaluar el efecto de la azaperona vía intranasal para reducir el estrés en cerdos durante la castración quirúrgica.

Metodología

El estudio se realizó en una unidad de producción comercial porcina, ubicada en el Municipio de Salamanca, Gto., cuyo objetivo productivo es la engorda y venta de lechón. Un total de 12 lechones machos raza Landrance y Duroc por Pietrain, de dos camadas con distinta madre, se programaron para castración quirúrgica, fueron asignados a uno de dos tratamientos (T1 y T2), cada uno conformado por seis individuos, identificados de manera aleatoria con un marcador de ganado tópico (Andoci) para la diferenciación entre tratamientos. A los lechones del T1 se les administró Sural[®] (Azaperona; Laboratorio Chinoin Veterinaria) a dosis de 4 mg/kg vía intranasal con una jeringa de 1 mL sin aguja; a los lechones del T2 (control) se les aplicó solución salina como un placebo (Solución CS, PISA). Para la administración del tratamiento, los lechones se colocaron en posición esternal sobre el brazo de un ayudante, con la nariz hacia arriba en un ángulo de 45°, y se accionó la jeringa (Svoboda *et al.*, 2023). Treinta minutos después de aplicar los tratamientos, personal capacitado de la granja realizó la intervención quirúrgica, la cual consistió en realizar una incisión en cada lechón con una hoja de bisturí no.10 (Hergom[®]) en cada saco escrotal, hasta exponer el testículo, el plexo pampiniforme se desgarró por tracción ejercida por los dedos (Pérez-Pedraza *et al.*, 2018); finalmente, se aplicó Fatroximin



Topic Spray® (Rifaximina; Schütze-segen) sobre las incisiones. Para determinar las concentraciones de glucosa y cortisol postcastración, se recolectó una muestra de sangre de cada lechón de la vena yugular, con una jeringa de 5 mL con aguja calibre 20 G. La determinación de glucosa se realizó en las zahúrdas, se utilizó un medidor con tiras reactivas (Accu-Check® Performa) de uso humano, donde se atendieron las instrucciones del fabricante; para determinar el cortisol, las muestras de sangre se colocaron en tubos vacutainer con gel separador (BD Vacutainer®) y se centrifugaron a 3500 rpm durante cinco minutos, una vez separado el suero, se transfirió por decantación a tubos tipo Eppendorf (Neptune), para su posterior congelación y envío para análisis hormonal a un laboratorio particular.

Análisis de datos

La recopilación de los datos se realizó en Microsoft Excel y previo al análisis estadístico, se realizó la prueba de normalidad de los datos con el método de Shapiro-Wilk (dada la cantidad de datos), las variables de respuesta (Y) correspondieron a: glucosa y cortisol, aquellas que presentaron una distribución normal se evaluaron con el método paramétrico: Análisis de Varianza (ANDEVA) con un diseño completamente al azar. Para los datos con distribución no normal se optó por la prueba de Kruskal-Wallis.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa Statgraphics Centurión versión XVIII.

Resultados

La concentración de cortisol presentó una distribución no normal. Los datos del T1 presentaron una media de 295 nmol/L, mientras que la media del T2 fue 309 nmol/L. No se encontraron diferencias entre tratamientos ($P \geq 0.05$), por lo que los datos sugieren que la azaperona no presentó un efecto sobre el estrés de la castración quirúrgica de los lechones. Por otro lado, la concentración de glucosa fue similar entre tratamientos ($P \geq 0.05$).

Discusión

Existen estudios donde implementan prácticas para conservar el bienestar durante la castración quirúrgica, y diversos autores han evaluado el efecto de la analgesia y anestesia sobre los niveles de glucosa y cortisol postcastración, donde la concentración de cortisol mostró diferencias entre tratamientos (Kluivers-Poodt *et al.*, 2012; Numberger *et al.*, 2016). Estos autores definieron la concentración de cortisol como un parámetro de estrés útil, que presenta una respuesta retardada, alcanzando su máximo



alrededor de 30 minutos posterior a la castración. Los resultados de estos autores no coinciden con los obtenidos en el presente estudio; sin embargo, en el presente estudio, la colecta de sangre se realizó inmediatamente después de la castración y aunque las concentraciones mostraron un claro aumento en los dos tratamientos. La concentración de glucosa obtenida en el presente estudio coincide con los resultados publicados por [Prunier *et al.* \(2005\)](#); y [Pérez-Pedraza *et al.* \(2018\)](#) quienes no encontraron diferencias entre tratamientos, y argumentaron que las concentraciones de glucógeno presentes en lechones recién nacidos, en situaciones de estrés, no existe lo suficiente para su movilización ([Prunier *et al.*, 2005](#)).

Reducir el estrés ocasionado por el dolor durante la castración, evita comportamientos no deseados, lechones sometidos a castración sin manejo del dolor presentan conductas anormales al caminar, descoordinación e inactividad, lo que predispone a perder periodos de lactancia, ocasiona baja ganancia de peso y pérdidas económicas ([Yun *et al.*, 2019](#)). Al respecto, muchos productores son conscientes del bienestar animal y tienen la disposición de implementar alternativas que permitan conservarlo, siempre y cuando no implique un riesgo y costo adicional elevado ([Tuytens *et al.*, 2012](#); [Lin-Schilstra y Fischer, 2022](#)). Por lo tanto, para poner en práctica nuevas alternativas en la producción porcina, se requiere más información y desarrollo del tema.

Conclusión

Aplicar azaperona vía intranasal durante la castración quirúrgica en lechones no afecta las concentraciones de cortisol. Por lo tanto, es necesario realizar más estudios que involucren mayor número de unidades experimentales, evaluar otras dosis y vías de administración para conocer los efectos de la azaperona en el manejo de la castración en lechones.

Bibliografía

- Axiak. S. Jaggin, N. Wenger, S. Doherr, M. Schatzmann, U. 2007. Anaesthesia for castration of piglets: Comparison between intranasal and intramuscular application of ketamine, clomazepam and azaperone. *Schweiz Arch Tierheilkd.* 149. 395-402. <https://doi.org/10.1024/0036-7281.149.9.395>
- Becker, S. Maier, A. Peters, S. 2021. S-ketamine and intranasal application: alternatives for the castration of male suckling piglets? *BMC Vet Res.* 17. 122. [10.1186/s12917-021-02826-9](https://doi.org/10.1186/s12917-021-02826-9)
- Botana, L. Fabiana, M. Martín-Jiménez, T. 2002. *Farmacología y Terapéutica Veterinaria.* McGraw-Hill Ed., p 158-64.



-
- Countant, M. Malmkvist, J. Tallet, C. Williams, C. Kaiser, M. Foldager, L. Herskin, M. 2023. Administration of procaine-based local anaesthetic prior to surgical castration influences post-operative behaviours of piglets. *Applied Animal Behaviour Science*. 258. 105813. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2022.105813>
- Crowell, S., Murray, T., De Souza, L. 2019. *Veterinary Psychopharmacology*. John Wiley & Sons Ed., p 201-206.
- Heidi, A. Hamm, U. 2013. Animal welfare versus food quality: Factors influencing organic consumers' preferences for alternatives to piglet castration without anaesthesia. *Meat Science*. 95. 203-211. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.052>
- Kluyvers-Poodt, M. Houx, B. Robben, S. Koop, G. Lambooj, E. Hellebrekers, L. 2012. Efectos de un anestésico local y AINE en la castración de lechones, sobre las respuestas al dolor agudo, el crecimiento y la mortalidad. *Animal*. 6. 1469-1475. <https://doi.org/10.1017/S1751731112000547>
- Lin-Schilstra, L. Fischer, A. 2022. Paradoxical consumers in four European countries: Meat-eating justification and willingness to pay for meat from animals treated by alternatives to surgical castration. *Meat Science*. 188. 108777. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108777>
- Neary, J. Ali, A. Jacobs, L. 2024. Application of an attention bias test after surgical castration in piglets. *Livestock Science*. 290. 105612. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2024.105612>
- Numberger, J. Ritzmann, M. Ubel, N. Eddicks, M. Reese, S. Zols, S. 2016. Ear tagging in piglets: the cortisol responde with an without analgesia in comparison with castration and tail docking. *Animal*. 10. 1864-1870. <https://doi.org/10.1017/S1751731116000811>
- Pérez-Pedraza, E. Mota-Rojas, D. Ramírez-Necoechea, R. Guerrero-Legarreta, I. Martínez-Burnes, J. Lezama-García, K. Mora-Medina, P. Rosas, M. Martínez, V. González-Lozano, M. 2018. Effect of the number of incisions and use of local anesthesia on the physiological indicators of surgically-castrated piglets. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*. 6. 159-164 <https://doi.org/10.1016/j.ijvsm.2018.10.002>
- Prunier, A. Mounier, A. Hay, M. 2005. Effects of castration, tooth resection, or tail docking on plasma metabolites and stress hormones in young pigs. *Journal of Animal Science*. 83. 216-222. <https://doi.org/10.2527/2005.831216x>



-
- Riviere, J. Papich, M. 2018. Veterinary Pharmacology & Therapeutics. Wiley Blackwell Ed., p 328-330.
- Schmid, S. Steinhoff-Wagner, J. 2021. Behavior and body temperature alterations in piglets anesthetized for castration during a four-hour recovery phase. Applied Animal Behaviour Science. 245. 105497. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105497>
- Svoboda, M. Blahova, J. Jarkovsky, J. Zacharda, A. Hajkova, S. Vanhara, J. Vasek, J. 2023. Efficacy of the intranasal application of azaperone for sedation in weaned piglets. Veterinarni Medicina. 68. 145-151. [10.17221/21/2023-VETMED](https://doi.org/10.17221/21/2023-VETMED)
- Telles, F. Luna, S. Teixeira, G. Berto, D. 2016. Long-term weight gain and economic impact in pigs castrated under local anaesthesia. Veterinary and Animal Science. 1. 36-39. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2016.11.003>
- Tuytens, F. Vanhonacker, F. Verhille, B. De Brabander, D. Verbeke, W. 2012. Pig producer attitude towards surgical castration of piglets without anaesthesia versus alternative strategies. Research in Veterinary Science. 92. 524-530. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2011.02.017>
- Yun, J. Ollila, A. Valros, A. Larenza-Menzies, P. Heinonen, M. Oliviero, C. Peltoniemi, O. 2019. Behavioural alterations in piglets after surgical castration: Effects of analgesia and anaesthesia. Research in Veterinary Science. 125. 36-42. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2019.05.009>



2025-39-VET

Los insectos como alimentos alternos para consumo humano: revisión

José Alberto Jasso-Avalos¹, Osmar Antonio Jaramillo-Morales², María Eugenia Barreto-Arias², América Dení Navarro González³, Mauricio Castro-Arredondo⁴, Fidel Avila-Ramos⁴

¹Biología Experimental. Campus Guanajuato, División de Ciencias Naturales y Exactas (DCNE), Sede Noria Alta, Noria Alta s/n; C.P. 36050; Guanajuato, Guanajuato, México. ja.jassoavalos@ugto.mx

²Departamento de Enfermería y Obstetricia, Campus Irapuato-Salamanca, 36500. Irapuato, Guanajuato, México. oa.jaramillo@ugto.mx, mbarreto@ugto.mx ³Maestría Interinstitucional en Producción Pecuaria, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato, Carretera Irapuato-Silao Km 9, Ex-Hacienda El Copal, C.P 36500, Irapuato, Guanajuato, México. ad.navarrogonzalez@ugto.mx ⁴Departamento de Veterinaria y Zootecnia, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato, Carretera Irapuato-Silao Km 9, Ex-Hacienda El Copal, C.P 36500, Irapuato, Guanajuato, México. arredondo.m@ugto.mx y ledifar@ugto.mx

Resumen

El consumo de insectos a nivel mundial ha sido visto como una proteína alternativa debido al contenido de proteína debido a su gran cantidad de especies y lugares donde estos habitan debido a que su función es de equilibrio en el mundo. La principal función de los insectos es el funcionamiento de todos los ecosistemas, influyen en las propiedades físico-químicas del suelo, degradadores de materia vegetal, incidiendo en la composición del paisaje, polinización y control de plagas. La diversidad de insectos que se pueden consumir es muy abundante, existen organismos cuya dieta es a base de insectos. En la actualidad, se requieren de nuevas estrategias para la producción de alimentos con menos recursos consumidos. Los insectos pueden ser consumidos de manera entera, triturada, harina, como suplemento en algunos alimentos de consumo humano o en dietas para el ganado. Entre las harinas de insectos más estudiadas y utilizadas como reemplazo proteico se encuentra el grillo doméstico (*Acheta domestica*), las larvas de moscas soldado negro (*Hermetia illucens*) y los gusanos de la harina (*Tenebrio molitor*). Los insectos poseen aminoácidos de muy buena calidad y ricos en aminoácidos esenciales, ácidos glutámico, aspártico, fenilalanina y alanina. Sin embargo, los insectos comestibles presentan alta variabilidad debido a factores como la especie, estado de desarrollo y su alimentación. Por lo tanto, es indispensable desarrollar sistemas productivos intensivos que puedan controlar su variabilidad en contenido de proteínas y disminuir el riesgo de transmisión de enfermedades.



Introducción

Los insectos son animales invertebrados pertenecientes al filo de los artrópodos y a la clase Insecta caracterizados principalmente por la presencia de un par de antenas, tres pares de patas, dos pares de alas y su cuerpo dividido en cabeza, tórax y abdomen (Agabou et al.,). La ciencia que estudia a estos organismos se denomina entomología. Los insectos forman el grupo más diverso de animales en todo el planeta de los cuales se conocen aproximadamente un millón de especies diferentes y se estima que aún se pueden descubrir 30 millones de especies más y pueden encontrarse casi todos los lugares del planeta, incluido los océanos (Aiking, 2011).

Los insectos son la base del funcionamiento de todos los ecosistemas, influyen en las propiedades físico-químicas del suelo, degradadores de materia vegetal, incidiendo en la composición del paisaje, polinización, control de plagas como depredadores o como fuente de alimento para otros organismos, incluido el ser humano. A la ingesta de insectos como alimento se le conoce como Entomofagia, es un hábito alimenticio muy extendido en varias culturas alrededor del mundo, especialmente en África, Asia, América y Oceanía. También se destina su uso como alimento para la fabricación de alimento para el ganado o para elaborar medicina tradicional (Ashiru, 1989).

La siguiente revisión pretende explicar la función de los insectos como fuente de alimento, aquellos insectos que pueden ser comestibles y representen una dieta equilibrada, las propiedades nutritivas que pueden ofrecer estos organismos, y finalmente aquellos insectos que hoy día sirven como fuente de alimento alternativa para los seres humanos y potencialmente pueden formar parte de la dieta cotidiana ya que se pueden producir en fábricas biológicas a gran escala.

Insectos comestibles

La diversidad de insectos que se pueden consumir es muy abundante, sin embargo, existen algunos órdenes de insectos que destacan como principales como fuentes de alimento. Los hemípteros conforman aproximadamente el 10% de insectos consumidos a nivel mundial, los cuales se conforman de chinches y cigarras principalmente; los ortópteros conforman el 13% de insectos consumidos mundialmente siendo parte de este orden los grillos, saltamontes y langostas. Los himenópteros, representados principalmente por las hormigas, las abejas y avispas conforman el 14% del consumo de insectos, siendo que se consumen tanto en su estado larvario como el adulto; los lepidópteros, conformados por mariposas y polillas, representan el 18% del consumo de insectos, siendo consumidos en su mayoría en estado larvario; y finalmente, los coleópteros, cuyo número de especies es más diverso que cualquier otro orden del reino animal, se conforman principalmente de escarabajos y representan el 31% del consumo de insectos en todo el planeta, y son consumidos tanto en estado larvario



como en estado adulto. Los dípteros, conformados por moscas y mosquitos, también son abundantemente consumidos, por especies de reptiles, anfibios, arácnidos y algunas plantas carnívoras.

Dieta a base de insectos

Aquellos organismos cuya dieta sea a base de insectos se denominan insectívoros o entomófagos. Aunque los insectos son organismos relativamente pequeños, su abundancia numérica constituye una parte importante de la biomasa animal en casi todos los ecosistemas, por lo que estos organismos constituyen un eslabón de gran importancia en la cadena trófica, y por consiguiente desempeña un papel fundamental en su hábitat de residencia. Ya sean organismos que su dieta dependa fundamentalmente de los insectos, o que estos solo formen una parte de ella, lo cierto es los insectos son un suplemento significativo en cuanto a proteína se refiere. Existen algunas especies en las que el consumo de insectos se vuelve una dieta estricta en diferentes periodos de su vida, como lo puede ser en época reproductiva y de gestación, o algunos otros animales en sus primeros días de vida. También se consideran insectívoros a aquellos que consumen otros animales invertebrados diferentes a los insectos, como a las arañas y caracoles (Brown *et al.*, 1992).

En casi todo el reino animal se pueden encontrar especies insectívoras, en la aves por ejemplo están las golondrinas, gallinas, gorriones, etc.; en los reptiles están los camaleones, cocodrilos, iguanas, serpientes y lagartijas; en los mamíferos encontramos al oso hormiguero, a los murciélagos, erizos, armadillos, marsupiales, musarañas y primates; en los anfibios están los sapos, ranas y salamandras; en los peces están las carpas, Cypriniformes, Serrasálmidos y Pecílidos; y finalmente, en los artrópodos podemos encontrar numerosas especies de insectos y arácnidos que su dieta se basa mayoritariamente en insectos, como las catarinas, las mantis, libélulas, arañas y tarántulas.

Algunas de las principales características morfológicas que poseen aquellos animales considerados insectívoros son: poseen un estómago resistente, grueso y robusto debido a la necesidad de digerir compuestos fuertes, como la quitina presente en el exoesqueleto de los artrópodos; algunos de sus sentidos pueden estar más potenciados, como una audición más aguda, un olfato más desarrollado, con hocicos flexibles y/o bigotes sensoriales, lenguas largas y adherentes, o el uso de vibrisas en el caso de las aves, las cuelas son unos “pelos” muy sensibles que pueden detectar el vuelo de pequeños organismos como los insectos.

Además de los animales, existen otros organismos como las plantas que basan su alimentación en insectos y algunos otros invertebrados. A aquellas plantas insectívoras se les denomina también “plantas carnívoras”, y generalmente son organismos vegetales que crecen en suelos pobres o carentes de nitrógeno, como en tierras ácidas



o pantanosas, por lo que suplementan su dieta con proteína animal que contenga este elemento. Ninguno de estos organismos vegetales son considerados estrictamente insectívoros, ya que la mayor parte de sus nutrientes lo obtienen de otras fuentes como las demás plantas. Las plantas carnívoras usan técnicas especiales para atraer a sus presas, mecanismos los cuales pueden ser activos (movimientos), semiactivos, o pasivos (como olores, colores, formas o azúcares que atraigan a los insectos); finalmente, para la digestión producen enzimas o poseen bacterias digestivas que absorben los nutrientes del insecto.

Propiedades nutritivas de los insectos

Debido al aumento de la demanda de alimentos de origen animal se ha incrementado la producción generando una alta presión sobre los recursos hídricos, la erosión del suelo y el aumento de la generación de gases contaminantes como es el metano. Es por ello que se requieren de nuevas estrategias para la producción de alimentos, generar líneas que requieran menos recursos para producirlos. La producción de insectos como alimento es considerada una estrategia viable, debido a que su producción aporta varios beneficios nutricionales, ambientales, y hasta sociales, poder considerarlos en nuestra dieta cotidiana y también como fuente de alimento para el ganado. A pesar de estos beneficios, la mayoría de la población, en especial la occidental, rechaza la idea de implementar el consumo de insectos en su dieta debido a nociones culturales como considerarlos desagradables, sucios y nocivos; otro obstáculo es el tema legislativo, demostrar que realmente se pueden producir insectos comestibles a gran escala para satisfacer la demanda (Agabou y Alloui, 2010). Es entonces que uno de los mayores retos para implementar el consumo de estos organismos de manera regular es justamente promover su consumo y exponer los enormes beneficios, tanto nutricionales como sustentables, de producirlos y consumirlos (Ahmad *et al.*, 2007).

Los insectos pueden ser consumidos de manera entera, triturada o como harina; está última forma de consumo suele ser la más utilizada, generalmente como suplemento en algunos alimentos de consumo humano o en dietas para el ganado. Entre las harinas de insectos más estudiadas y utilizadas como reemplazo proteico para la alimentación humana se encuentra el grillo doméstico (*Acheta domesticus*), las larvas de moscas soldado negro (*Hermetia illucens*) y los gusanos de la harina (*Tenebrio molitor*).

Los principales componentes nutricionales que poseen los insectos son las proteínas y las grasas, seguida de las fibras, nitrógeno no proteico y cenizas; la composición de nutrientes depende del tipo de insecto, su etapa de desarrollo y la alimentación del propio insecto. Las proteínas son el componente principal en la composición nutricional de los insectos, contenido alto y variable. El orden Coleóptera posee un contenido proteico de entre el 20-71%, el díptera del 36-70%, el Ephemeroptera del 37-68%, el



Hymenoptera del 10-62%, el Lepidóptera del 13-64%, y el Orthoptera entre 27-76%; la digestibilidad de las proteínas se encuentra entre el 78-98%.

Los insectos también poseen aminoácidos de muy buena calidad y son ricos en aminoácidos esenciales, los principales son los ácidos glutámico y aspártico, fenilalanina y alanina, esto para el orden Lepidóptera, Ortóptera, Coleóptera y Díptera. Para el orden Hemiptera los principales aminoácidos son la prolina, leucina, tirosina, alanina, valina y metionina. En el orden Hymenoptera destaca el ácido glutámico, leucina y alanina. Al comparar el perfil de aminoácidos que poseen los insectos comestibles con los requisitos de aminoácidos que requiere un adulto se concluye que gran parte de los insectos comestibles cumplen con los requisitos de metionina, metionina + cisteína, fenilalanina y tirosina. Incluso, al comparar el perfil de aminoácidos de los insectos comestibles en harina con harina de animales de ganado son similares en componentes.

Otros componentes que poseen los insectos son la fibra, la cual se encuentra en la quitina que forma parte de la composición del exoesqueleto, un polisacárido que es indigestible para los humanos y animales no rumiantes; los carbohidratos, presentes principalmente en la quitina y el glucógeno; y altas cargas de minerales también presentes en el exoesqueleto como son el calcio y el fósforo, de tal manera que algunos presentan más hierro que la carne bovina. En cuanto a las vitaminas, los insectos son ricos en riboflavina, ácido pantoténico, biotina y tiamina, incluso algunas especies como *Tenebrio molitor* y las ninfas de *Acheta domesticus* poseen vitamina B12; algunas especies de los órdenes Orthoptera y Coleópteros también son ricos en ácido fólico. Respecto a pigmentos antioxidantes, algunos insectos presentan altas cantidades de zeaxantina y b-carotenos en su exoesqueleto.

Los componentes nutricionales de los insectos comestibles presentan una alta variabilidad debido a factores como la especie; el estado de desarrollo que aunque sea la misma especie existen grandes diferencias dependiendo de su estadio ya sea en huevos, larvas, pupas, y adultos; y finalmente la alimentación y las condiciones de crianza en las que se desarrolló el insecto, ya sea en estado silvestre o controlado.

Consumo humano de insectos en el mundo

Se denomina Entomofagia a la ingesta de insectos como alimento por parte del ser humano, esta práctica se remonta a la prehistoria ya que se cree que fueron parte importante de la dieta humana antes del desarrollo de la agricultura y la caza. Muchas de las costumbres y prácticas culinarias relativas a la entomofagia han perdurado con el tiempo hasta nuestros días, formando lo que se denomina como “entomofagia tradicional”. El consumo de productos producidos por los insectos como la miel y la cera también se considera como una práctica de entomofagia. Este hábito alimenticio ha



sido extendido en muchas culturas, especialmente en África, Asia, América y Oceanía; sin embargo, en algunas otras culturas es muy poco común su ingesta o incluso es considerado un tabú. La ingesta de insectos se da principalmente en los trópicos debido a que en esas regiones los insectos son más grandes y abundantes. Aunque en Europa no sea una costumbre el consumir insectos, se sabe que los romanos y los griegos tenían costumbres entomofágicas; no obstante, en el occidente contemporáneo la sola idea de comer insectos causa repugnancia, aunque la degustación de otros artrópodos como los crustáceos son considerados un manjar. Sin embargo, esta siendo cada vez más aceptado la ingesta de insectos, ya sean como aperitivo, como aditivos o como inmersos en dulces. Incluso existen empresas que se dedican al envasado de insectos, como en Japón y Corea del Sur, las cuales comercializan estos productos a precios relativamente altos.

Se estima que alrededor de 2 mil millones de personas en el mundo practican la entomofagia, la mayoría de insectos recolectados en la naturaleza. Recientemente, ha habido un cambio masivo respecto a la forma en como los medios de comunicación posicionan a los insectos como el “alimento del futuro”; algunos países europeos regularon la producción de alimentos en base a insectos a partir del 1 de enero de 2018, siendo oficialmente denominados como “Novel Foods”. Debido a sus altos niveles de proteínas y aminoácidos bien equilibrados, los insectos han atraído la atención de los investigadores como ingredientes alimenticios para suplementos para deportistas, niños y personas vegetarianas. Se ha descrito que el consumo de insectos aumenta la concentración sanguínea de aminoácidos esenciales, de aminoácidos de cadena ramificada y la leucina a niveles similares a la proteína de soya; también, se han desarrollado diversas tecnologías para transformar a los insectos en ingredientes alimentarios y mejorar su inocuidad, destacándose el secado en estufa/horno y la liofilización.

Existe también la denominada “entomofagia no intencional” la cual es el consumo de restos de insectos (por mínimo que sea) que están presentes en diversos productos alimenticios, especialmente en enlatados de granos y vegetales, la cual se da debido a la imposibilidad de eliminar radicalmente la plaga en la producción de estos alimentos (DeFoliart, 1992). Las leyes alimentarias de muchos países no prohíben la existencia de insectos o de partes de insectos en los alimentos, ni tampoco consideran una disminución de calidad en la misma.

Conclusiones

Los insectos representan una alternativa a las unidades de producción clásicas, sin embargo, su nivel productivo debe ser explorado para disminuir la variación de sus componentes tisulares. Por lo tanto, se debe realizar estudios que puedan potencializar su producción a escalas mayores sin transmitir enfermedades al consumidor.



Bibliografía

Agabou A, Alloui N. 2010. Importance of *Alphitobius diaperinus* (Panzer) as a reservoir for pathogenic bacteria in Algerian broiler houses. *Vet World* 3(2): 71–3.

[http://www.veterinaryworld.org/Vol.3/February/Importance%20of%20Alphitobius%20diaperinus%20\(Panzer\),%20As%20a%20Reservoir.pdf](http://www.veterinaryworld.org/Vol.3/February/Importance%20of%20Alphitobius%20diaperinus%20(Panzer),%20As%20a%20Reservoir.pdf)

Ahmad A, Nagaraja TG, Zurek L. 2007. Transmission of *Escherichia coli* O157:H7 to cattle by house flies. *Prev Vet Med* 80(1): 74–81.

<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2007.01.006>

Aiking H. 2011. Future protein supply. *Trends Food Sci Technol* 22(2–3): 112–20.

<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.04.005>

Ashiru MO. 1989. The food value of the larvae of *Anaphe venata* Butler (Lepidoptera: Notodontidae). *Ecol Food Nutr* 22: 313–20.

<https://www.semanticscholar.org/paper/The-food-value-of-the-larvae-of-anaphe-venata-Ashiru/ac9f17717a6c91a1497cbd7a1bbffed85923e4b7>

Brown W, Doyen J, Moore B, Lawrence J. 1992. Chemical composition and taxonomic significance of defensive secretions of some Australian Tenebrionidae (Coleoptera). *Aust J Entomol* 31(1): 79–89.

<https://doi.org/10.1111/j.1440-6055.1992.tb00461.x>

DeFoliart GR. 1992. Insects as human food: gene DeFoliart discusses some nutritional and economic aspects. *Crop Prot* 11(5): 395–9.

[https://doi.org/10.1016/0261-2194\(92\)90020-6](https://doi.org/10.1016/0261-2194(92)90020-6)



2025-40-VET

Identificación y control de *Syphacia* spp. en bioterios de la UAZ

María Isabel Chávez-Ruvalcaba^{1*}, Blanca Maritza López Alvarado¹, Lucía Delgadillo-Ruiz¹, Verónica Bañuelos-Melero², Josefina Huerta García², Francisca Chávez-Ruvalcaba² **

¹Unidad Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ). ²Unidad Académica de Enfermería (Nutrición), UAZ. **Autor de correspondencia: charuva@uaz.edu.mx

RESUMEN

El uso de modelos animales es fundamental para generar conocimiento, por lo que estos deben encontrarse libres de parásitos que influyan negativamente en los resultados de investigación. Los parásitos representan un desafío significativo en el ámbito de salud pública debido a su capacidad de causar enfermedades que resultan en signos y síntomas debilitantes en los hospederos. **Objetivo:** Determinar la presencia de *Syphacia* spp en ratas que son usadas en otros experimentos y en prácticas, procedentes de bioterios de la Universidad Autónoma de Zacatecas y evaluar tratamientos farmacológicos y herbolarios para disminuir la carga parasitaria y eliminarla en su totalidad para experimentos posteriores. **Metodología:** se diagnosticaron 151 ratas de cepa Wistar y Long Evans positivas al parásito *Syphacia muris* provenientes del bioterio de la Unidad Académica de Ciencias Biológicas y del bioterio del Campus UAZ Siglo XXI de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Se trabajó un modelo experimental para aplicación de agentes desparasitantes consistió en la utilización de 30 murinos (machos) de las cepas Wistar, con un peso promedio de 300±10 gramos. Estos animales se dividieron en seis grupos según el tratamiento: (1) control sano, (2) control infectado, (3) tratamiento con 0.18mL de ivermectina, (4) tratamiento con 0.75mL de sulfóxido de albendazol, (5) tratamiento con 0.15mL de albendazol cada 24 horas y (6) tratamiento con 0.5mL de extracto de romero cada 24 horas. Se extrae el sistema digestivo de las ratas y con el intestino se empleó la técnica de Baermann, se recolectaron 3mL para su observación microscópica. Finalmente, se realizó la técnica de inmunofluorescencia en fase líquida donde al ser la reacción positiva se observaría la formación del complejo antígeno-anticuerpo. **Resultados:** El estudio de búsqueda del parásito en ratas fue positivo en el 100% de los animales. La evaluación de tres fármacos de patente y del extracto de romero en la infección por *S. muris* en un modelo murino nos permitió determinar que tanto el ABZ como el SOABZ fueron efectivos al 100% en la erradicación de esta parasitosis. El grupo al que se le administró IVM mostró una disminución de la carga parasitaria en un 50%, observándose deformidades en la estructura de los nematodos. **Conclusión:** el tratamiento con extracto acuoso de *Rosmarinus officinalis* resultó en una reducción



parasitaria del 25%, en comparación con el grupo control infectado. El grupo que recibió el extracto acuoso de romero no presentó diarrea, a diferencia de los otros grupos. Este hallazgo sugiere un potencial con el extracto de romero, recomendándose realizar un análisis dosis-respuesta para identificar la concentración óptima del extracto y la posología adecuada.

Palabras clave: *Syphacia* spp., fármacos, extractos, bioterios.



2025-41-VET

Una revisión del uso del veneno de abeja en la salud humana

Cesar Ibarra Gudiño, Wilbert Alfredo Flores del Real, Rosa Isela Lepe Aguilar, Socorro Salgado Moreno, J. Bladimir Peña Parra

Universidad Autónoma de Nayarit. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Carretera Compostela – Chapalilla km 3.5. Compostela, Nayarit. México. cesaribarra@uan.edu.mx
wilbert.flores@uan.edu.mx isela.aguilar@uan.edu.mx socorro.salgado@uan.edu.mx
jbladimir@uan.edu.mx

Introducción

El veneno de las abejas contiene una enorme diversidad de proteínas, péptidos y otra clase de sustancias y se caracterizan por una gran variación interespecífica entre las diferentes castas de la colmena. En total se han aislado 34 toxinas, cuyos componentes cambian en las abejas en la temporada de invierno o verano (Danneels, E. L. et al., 2015).

La melitina que constituye el 40-60% del veneno de abeja, es el principal componente que causa el dolor, ya que actúa sobre las terminaciones nerviosas, tanto en humanos como en animales (Chen, J. et al., 2016).

Smith, M. L. (2014). Midió el índice del dolor (en una escala del 1 al 10) por picadura de abeja en 25 lugares del cuerpo; concluyendo que los tres lugares menos dolorosos fueron el cráneo, la punta del dedo medio y la parte superior del brazo (todos anotan entre 2 y 3 de la escala); y los tres lugares más dolorosos fueron la ventana de la nariz, el labio superior y el eje del pene (anotan entre 9.0, 8.7 y 7.3), respectivamente.

El uso del veneno de abeja en puntos específicos es llamado también terapia con veneno de abejas que ha sido ampliamente usada como terapia complementaria o alternativa desde hace 3000 años; y con sus características farmacológicas, también es usado en el tratamiento de Artritis Reumatoide, Esclerosis Amiotrófica Lateral, enfermedad de Alzheimer, Fibrosis Hepática, Aterosclerosis y otras más (Zhang, S. et al., 2018).

En relación con la Enfermedad de Parkinson, concluyeron que la terapia con veneno de abeja es efectiva para el tratamiento y mejora la calidad de vida de los pacientes tratados (Ostrovsky, D. A., y Ehrlich, A. 2018).

Además, se ha demostrado que tiene una actividad antiinflamatoria, y se ha comprobado por la observación histológica al disminuir el número de células inflamatorias infiltradas contra el *Propionibacterium acnés*, de ahí su interés en la industria farmacéutica y cosmética (An, H. J. et al., 2014); y a su vez para el tratamiento de la dermatitis atópica de curso crónico en humanos (You, C. E. et al., 2016); además de que bloquea las rutas de comunicación dentro de las células que llevan a la creación



de moléculas proinflamatorias quimiocinas y citoquinas (An, H. J. et al., 2018). Estas moléculas son las que desencadenan la respuesta inflamatoria en el cuerpo.

La apitoxina por su actividad antimicrobiana y por sus componentes como la melitina y fosfolipasa A2 ataca a los agentes causantes de caries dental y periodontitis en humanos; además resulta efectiva también contra *Streptococcus Salivarius*, *S. Sobrinus*, *S. Mutans*, *S. Mitis*, *S. Sanguinis*, *Lactobacillus Casei*, y *Enterococcus Faecalis* (Leandro, L. F. et al., 2015). *In vitro* también tiene efecto antifungal sobre *Trichophyton rubrum* (Park, J. et al., 2018).

En estudios de laboratorio con células de cáncer de ovario (A2780cp), se observó que la combinación de apitoxina (veneno de abeja) y cisplatino (un medicamento de quimioterapia) trabajan en conjunto para eliminar las células cancerosas de manera más efectiva que cada uno por separado. Este efecto se debe a que la combinación aumenta la apoptosis, que es un proceso de muerte celular programada (Alizadehnohi, M. et al., 2012). En células HeLa, una línea celular utilizada para estudiar el cáncer cervical humano, se observó que la melitina promovió un aumento en la apoptosis (Zarrinnahad, H. et al., 2018). Asimismo, evita el crecimiento del cáncer en pulmón por inducción de la apoptosis (Choi, K. E. et al., 2014).

La actividad neuroprotectora del veneno de abeja ha despertado gran interés debido a su potencial para aliviar los síntomas de enfermedades neurodegenerativas. Se ha demostrado que reduce los síntomas clínicos en la encefalomiелitis experimental alérgica (EAE) en ratas Lewis, un modelo animal de la esclerosis múltiple en humanos (Karimi, A. 2012).

Además, en ratones con esclerosis lateral amiotrófica (ELA) inducida, el veneno de abeja mejora la actividad motora y aumenta la supervivencia en un 18% en comparación con el grupo control, al disminuir la muerte de neuronas motoras en la médula espinal (Yang, E. J. et al., 2010; Cai, M., Choi, S. M., y Yang, E. J. 2015).

En un modelo de ratones con lesiones similares a la enfermedad de Parkinson, la apamina, un componente del veneno de abeja, mostró un efecto protector parcial sobre las neuronas dopaminérgicas, lo que sugiere que otros componentes del veneno podrían potenciar su acción protectora (Alvarez-Fischer, D. et al., 2013).

Se ha demostrado que la fosfolipasa A2 (BvPLA2), el principal componente del veneno de abeja, es capaz de estimular la proliferación de células T y promover la supervivencia de las neuronas dopaminérgicas en un modelo de la enfermedad de Parkinson (Chung, E. S. et al., 2015). Además, se ha observado que este componente del veneno de abeja disminuye la activación de la microglia en ratones transgénicos alfa-sinucleína, otro modelo de la enfermedad de Parkinson.

Los estudios sugieren que el veneno de abeja podría tener efectos terapéuticos en la enfermedad de Parkinson en humanos (Ye, M., et al., 2016). Se ha determinado que la



vía de administración más efectiva para la apitoxina, uno de los componentes del veneno de abeja, es la subcutánea (Baek, H. et al., 2018).

En relación con la enfermedad de Alzheimer, se ha observado que la fosfolipasa A2 del veneno de abeja, en ratones modificados genéticamente para simular esta enfermedad, reduce los depósitos de amiloide beta en el hipocampo, una región del cerebro importante para la memoria. Además, esta enzima mejora el metabolismo de la glucosa, desactiva la microglia (células inmunes del cerebro) y previene la inflamación de las neuronas, lo que se traduce en una mejora en la memoria y el aprendizaje de los ratones tratados (Ye, M., et al., 2016).

Actualmente, se está desarrollando una vacuna activa contra la enfermedad de Alzheimer cuyos resultados preliminares sugieren que podría ser un tratamiento alternativo prometedor para retrasar la progresión de la enfermedad (Baek, H. et al., 2018).

La apitoxina, el principal componente del veneno de abeja, ha demostrado actividad antidiabética en ratas inducidas con aloxano al aumentar la secreción de insulina por las células β del páncreas. Esto resulta en una disminución de los niveles de glucosa, triglicéridos y colesterol en la sangre (Mousavi, S. M. et al., 2012).

Sin embargo, el tratamiento con apitoxina puede tener efectos adversos en un 28.87% de los pacientes (Park, J. H. et al., 2015). Por lo tanto, es necesario implementar un protocolo preventivo de reacciones inmunes antes de iniciar cualquier tratamiento con apiterapia (Abdulsalam, M. A. et al., 2016).

Además, dosis elevadas de apitoxina pueden afectar las células de Leydig y las células de Sertoli en los túbulos seminíferos, causando alteraciones ultraestructurales que pueden llevar al desprendimiento de espermátidas, cuerpos residuales y, en algunos casos, incluso espermatoцитos. Esto puede interferir con el proceso normal de espermatogénesis (Tilince, M., y Florea, A. 2018).

Finalmente, la falta de control en la esterilización del equipo utilizado para la extracción e inyección de la apitoxina puede ocasionar la formación de nódulos subcutáneos enrojecidos y sensibles al tacto (Cho, S. Y. et al., 2014)

Conclusión

Dado los resultados positivos obtenidos con la apiterapia en humanos, se propone investigar y desarrollar protocolos específicos para el tratamiento de enfermedades en animales de compañía mediante la aplicación de apitoxina (veneno de abeja), con el objetivo de mejorar su salud.

Literatura Citada

Abdulsalam, M. A., Ebrahim, B. E., & Abdulsalam, A. J. (2016). Immune thrombocytopenia after bee venom therapy: a case report. *BMC Complement Altern Med*, 16, 107. <https://doi.org/10.1186/s12906-016-1091-3>



- An, H. J., Lee, W. R., Kim, K. H., Kim, J. Y., Lee, S. J., Han, S. M., . . . Park, K. K. (2014). Inhibitory effects of bee venom on *Propionibacterium acnes*-induced inflammatory skin disease in an animal model. *Int J Mol Med*, 34(5), 1341-1348. <https://doi.org/10.3892/ijmm.2014.1933>
- An, H. J., Kim, K. H., Lee, W. R., Kim, J. Y., Lee, S. J., Pak, S. C., . . . Park, K. K. (2015). Anti-fibrotic effect of natural toxin bee venom on animal model of unilateral ureteral obstruction. *Toxins (Basel)*, 7(6), 1917-1928. <https://doi.org/10.3390/toxins7061917>
- An, H. J., Kim, J. Y., Kim, W. H., Gwon, M. G., Gu, H. M., Jeon, M. J., . . . Park, K. K. (2018). Therapeutic effects of bee venom and its major component, melittin, on atopic dermatitis in vivo and in vitro. *Br J Pharmacol*, 175(23), 4310-4324. <https://doi.org/10.1111/bph.14487>
- Ahmed, O., Fahim, H., Mahmoud, A., & Eman Ahmed, E. A. (2018). Bee Venom and Hesperidin Effectively Mitigate Complete Freund's Adjuvant-Induced Arthritis Via Immunomodulation and Enhancement of Antioxidant Defense System. *Arch Rheumatol*, 33(2), 198-212. <https://doi.org/10.5606/ArchRheumatol.2018.6519>
- Alvarez-Fischer, D., Noelker, C., Vulinovic, F., Grunewald, A., Chevarin, C., Klein, C., . . . Hartmann, A. (2013). Bee venom and its component apamin as neuroprotective agents in a Parkinson disease mouse model. *PLoS One*, 8(4), e61700. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061700>
- Alizadehnohi, M., Nabiuni, M., Nazari, Z., Safaeinejad, Z., & Irian, S. (2012). The synergistic cytotoxic effect of cisplatin and honey bee venom on human ovarian cancer cell line A2780cp. *J Venom Res*, 3, 22-27.
- Baek, H., Jang, H. I., Jeon, H. N., & Bae, H. (2018). Comparison of Administration Routes on the Protective Effects of Bee Venom Phospholipase A2 in a Mouse Model of Parkinson's Disease. *Front Aging Neurosci*, 10, 179. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2018.00179>
- Baek, H., Lee, C. J., Choi, D. B., Kim, N. S., Kim, Y. S., Ye, Y. J., . . . Bae, H. (2018). Bee venom phospholipase A2 ameliorates Alzheimer's disease pathology in Abeta vaccination treatment without inducing neuro-inflammation in a 3xTg-AD mouse model. *Sci Rep*, 8(1), 17369. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35030-1>
- Park, J., Kwon, O., An, H. J., & Park, K. K. (2018). Antifungal Effects of Bee Venom Components on *Trichophyton rubrum*: A Novel Approach of Bee Venom Study for Possible Emerging Antifungal Agent. *Ann Dermatol*, 30(2), 202-210. <https://doi.org/10.5021/ad.2018.30.2.202>
- Cho, S. Y., Peck, K. R., Kim, J., Ha, Y. E., Kang, C. I., Chung, D. R., . . . Song, J. H. (2014). *Mycobacterium chelonae* infections associated with bee venom acupuncture. *Clin Infect Dis*, 58(5), e110-113. <https://doi.org/10.1093/cid/cit753>



- Choi, H. S., Kang, S. Y., Roh, D. H., Choi, S. R., Ryu, Y., & Lee, J. H. (2018). Bee venom stimulation of a lung meridian acupoint reduces inflammation in carrageenan-induced pleurisy: an alternative therapeutic approach for respiratory inflammation. *J Vet Sci*, 19(5), 708-715. <https://doi.org/10.4142/jvs.2018.19.5.708>
- Chung, E. S., Lee, G., Lee, C., Ye, M., Chung, H. S., Kim, H., . . . Bae, H. (2015). Bee Venom Phospholipase A2, a Novel Foxp3+ Regulatory T Cell Inducer, Protects Dopaminergic Neurons by Modulating Neuroinflammatory Responses in a Mouse Model of Parkinson's Disease. *J Immunol*, 195(10), 4853-4860. <https://doi.org/10.4049/jimmunol.1500386>
- Danneels, E. L., Van Vaerenbergh, M., Debyser, G., Devreese, B., & de Graaf, D. C. (2015). Honeybee venom proteome profile of queens and winter bees as determined by a mass spectrometric approach. *Toxins (Basel)*, 7(11), 4468-4483. <https://doi.org/10.3390/toxins7114468>
- Cai, M., Choi, S. M., & Yang, E. J. (2015). The effects of bee venom acupuncture on the central nervous system and muscle in an animal hSOD1G93A mutant. *Toxins (Basel)*, 7(3), 846-858. <https://doi.org/10.3390/toxins7030846>
- Chen, J., Guan, S. M., Sun, W., & Fu, H. (2016). Melittin, the Major Pain-Producing Substance of Bee Venom. *Neurosci Bull*, 32(3), 265-272. <https://doi.org/10.1007/s12264-016-0024-y>
- Choi, K. E., Hwang, C. J., Gu, S. M., Park, M. H., Kim, J. H., Park, J. H., . . . Hong, J. T. (2014). Cancer cell growth inhibitory effect of bee venom via increase of death receptor 3 expression and inactivation of NF-kappa B in NSCLC cells. *Toxins (Basel)*, 6(8), 2210-2228. <https://doi.org/10.3390/toxins6082210>
- Chung, K. S., An, H. J., Cheon, S. Y., Kwon, K. R., & Lee, K. H. (2015). Bee venom suppresses testosterone-induced benign prostatic hyperplasia by regulating the inflammatory response and apoptosis. *Exp Biol Med (Maywood)*, 240(12), 1656-1663. <https://doi.org/10.1177/1535370215590823>
- Karimi, A., Ahmadi, F., Parivar, K., Nabiuni, M., Haghghi, S., Imani, S., & Afrouzi, H. (2012). Effect of honey bee venom on lewis rats with experimental allergic encephalomyelitis, a model for multiple sclerosis. *Iran J Pharm Res*, 11(2), 671-678.
- Leandro, L. F., Mendes, C. A., Casemiro, L. A., Vinholis, A. H., Cunha, W. R., de Almeida, R., & Martins, C. H. (2015). Antimicrobial activity of apitoxin, melittin and phospholipase A(2) of honey bee (*Apis mellifera*) venom against oral pathogens. *An Acad Bras Cienc*, 87(1), 147-155. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201520130511>
- Mousavi, S. M., Imani, S., Haghghi, S., Mousavi, S. E., & Karimi, A. (2012). Effect of Iranian Honey bee (*Apis mellifera*) Venom on Blood Glucose and Insulin in Diabetic Rats. *J Arthropod Borne Dis*, 6(2), 136-143.



- Park, J. H., Yim, B. K., Lee, J. H., Lee, S., & Kim, T. H. (2015). Risk associated with bee venom therapy: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, 10(5), e0126971. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126971>
- Park, J., Kwon, O., An, H. J., & Park, K. K. (2018). Antifungal Effects of Bee Venom Components on *Trichophyton rubrum*: A Novel Approach of Bee Venom Study for Possible Emerging Antifungal Agent. *Ann Dermatol*, 30(2), 202-210. <https://doi.org/10.5021/ad.2018.30.2.202>
- Smith, M. L. (2014). Honey bee sting pain index by body location. *PeerJ*, 2, e338. <https://doi.org/10.7717/peerj.338>
- Tilincă, M., & Florea, A. (2018). Ultrastructural analysis of early toxic effects produced by bee venom phospholipase A2 and melittin in Sertoli cells in rats. *Toxicon*, 141, 94-103. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2017.12.039>
- Yang, E. J., Jiang, J. H., Lee, S. M., Yang, S. C., Hwang, H. S., Lee, M. S., & Choi, S. M. (2010). Bee venom attenuates neuroinflammatory events and extends survival in amyotrophic lateral sclerosis models. *J Neuroinflammation*, 7, 69. <https://doi.org/10.1186/1742-2094-7-69>
- Ye, M., Chung, H. S., Lee, C., Yoon, M. S., Yu, A. R., Kim, J. S., . . . Bae, H. (2016). Neuroprotective effects of bee venom phospholipase A2 in the 3xTg AD mouse model of Alzheimer's disease. *J Neuroinflammation*, 13, 10. <https://doi.org/10.1186/s12974-016-0476-z>
- Ye, M., Chung, H. S., Lee, C., Hyun Song, J., Shim, I., Kim, Y. S., & Bae, H. (2016). Bee venom phospholipase A2 ameliorates motor dysfunction and modulates microglia activation in Parkinson's disease alpha-synuclein transgenic mice. *Exp Mol Med*, 48(7), e244. <https://doi.org/10.1038/emm.2016.49>
- You, C. E., Moon, S. H., Lee, K. H., Kim, K. H., Park, C. W., Seo, S. J., & Cho, S. H. (2016). Effects of Emollient Containing Bee Venom on Atopic Dermatitis: A Double-Blinded, Randomized, Base-Controlled, Multicenter Study of 136 Patients. *Ann Dermatol*, 28(5), 593-599. <https://doi.org/10.5021/ad.2016.28.5.593>
- Zarrinnahad, H., Mahmoodzadeh, A., Hamidi, M. P., Mahdavi, M., Moradi, A., Bagheri, K. P., & Shahbazzadeh, D. (2018). Apoptotic Effect of Melittin Purified from Iranian Honey Bee Venom on Human Cervical Cancer HeLa Cell Line. *Int J Pept Res Ther*, 24(4), 563-570. <https://doi.org/10.1007/s10989-017-9641-1>
- Zhang, S., Liu, Y., Ye, Y., Wang, X. R., Lin, L. T., Xiao, L. Y., . . . Liu, C. Z. (2018). Bee venom therapy: Potential mechanisms and therapeutic applications. *Toxicon*, 148, 64-73. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2018.04.012>



2025-42-VET
Tendencias de investigación en la Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias
(2020-2024)

Diana Ramírez Álvarez, Arturo García Fraustro

INIFAP-CIR Sureste, Campo experimental Mocochoá. cienciaspecuarias@inifap.gob.mx

Antecedentes

El estudio de la producción científica aplica métodos estadísticos para analizar la comunicación escrita, el desarrollo de disciplinas y sus actores (Ardanuy, 2012). Los métodos bibliométricos permiten evaluar la actividad científica, identificar tendencias y analizar relaciones (Barrera *et al.*, 2021), además de integrar datos para explicar la actividad académica (Siche y Siche, 2023).

La Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias (Rev Mex Cienc Pecu) del INIFAP difunde investigaciones del sector pecuario. Publica trimestralmente artículos científicos originales, revisiones bibliográficas y notas de investigación, organizados en once áreas disciplinares. Se distribuye en formato digital de acceso abierto a través de Open Journal System (OJS).

La Rev Mex Cienc Pecu se encuentra en rankings como Journal Citation Report de Web of Science y Scimago Journal & Country Rank de Scopus. Para ofrecer una visión del comportamiento de nuestra comunidad científica, analizamos continuamente variables e indicadores relacionados con las ciencias pecuarias y la medicina veterinaria.

Justificación

La presente investigación es relevante debido a la necesidad de comprender las tendencias científicas en el ámbito pecuario, un sector clave para el desarrollo económico y la seguridad alimentaria. La Rev Mex Cienc Pecu desempeña un papel fundamental en la difusión de investigaciones que contribuyen al avance del conocimiento en áreas como nutrición, genética, microbiología y manejo de recursos pecuarios.

Objetivo

Observar, analizar y describir las tendencias de investigación de las publicaciones de la Rev Mex Cienc Pecu durante el período de 2020 a 2024. Este análisis tiene como fin identificar las áreas de investigación más relevantes en el período de 2020 a 2024, contribuyendo a la comprensión de los intereses y avances en el campo de las ciencias pecuarias.



Metodología

Para el análisis de las publicaciones de la Rev Mex Cienc Pecu durante el periodo 2020-2024, se siguieron los siguientes pasos (Figura 1):

1. **Recopilación de datos:** Se obtuvieron los datos completos de los artículos publicados en la Rev Mex Cienc Pecu durante el periodo señalado. La información se recopiló a través de la plataforma Open Journal System (OJS) de la revista. Los datos considerados incluyeron el año de publicación, tipo de documento, título, autores, área disciplinar asignada y palabras clave.

2. **Clasificación de publicaciones:** Los artículos se agruparon en once áreas disciplinares establecidas por la revista: Apicultura, Epidemiología, Forrajes y Pastizales, Genética, Inmunología, Inocuidad, Microbiología, Nutrición, Parasitología, Reproducción y Socioeconomía.

3. **Análisis:** Se aplicaron técnicas de análisis descriptivo para identificar:

La cantidad de publicaciones por año.

La distribución de publicaciones por área disciplinar.

Las áreas con mayor y menor frecuencia de publicaciones.

4. **Interpretación de resultados:** Se realizó un análisis cualitativo para identificar patrones, tendencias y cambios en las áreas de investigación, así como posibles fluctuaciones en la productividad científica de la revista.



Figura 1. Metodología para el análisis de las publicaciones



Resultados

Durante el periodo 2020-2024, se publicaron 363 artículos en la Rev Mex Cienc Pecu. Las áreas de investigación mostraron una distribución heterogénea (Figura 2).

Nutrición lideró la producción científica con 63 publicaciones, mostrando un interés constante en esta disciplina clave para el sector pecuario.

Forrajes y pastizales fue la segunda área más destacada, con 55 publicaciones, seguida de genética, que registró 39 publicaciones.

Áreas como Apicultura (18) y Parasitología (20) presentaron el menor volumen de publicaciones durante el periodo evaluado.

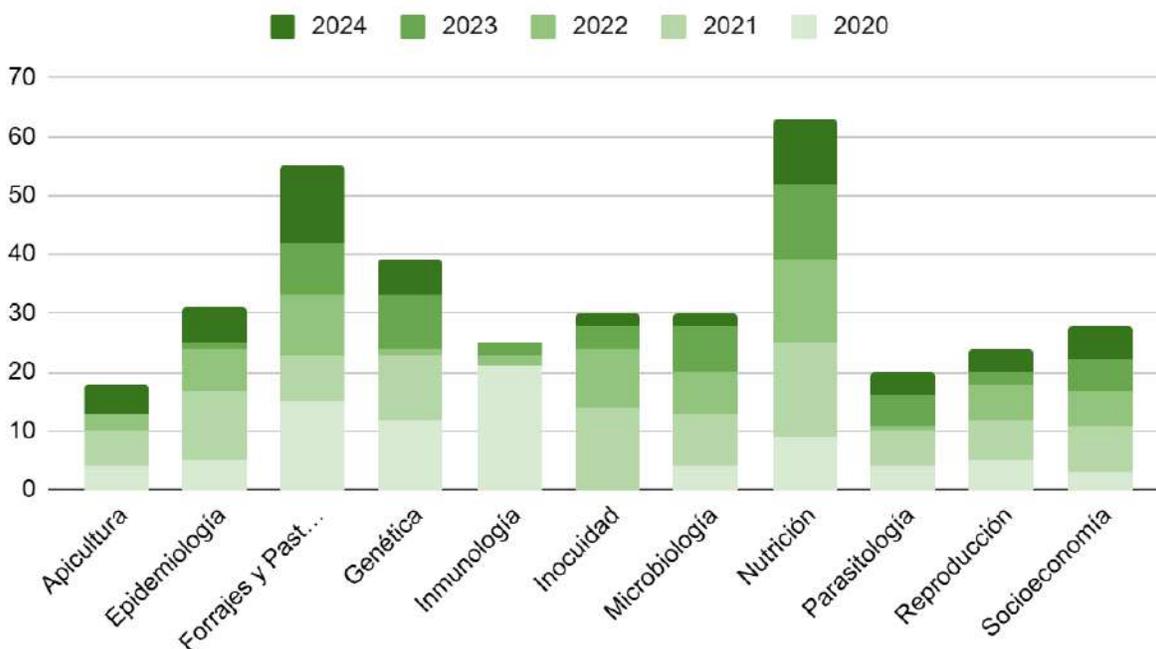


Figura 2. Distribución de las áreas de investigación de la RMCP de 2020-2024

En cuanto a la productividad por año (Tabla 1):

- 2020 (82 publicaciones): Se destacó el área de Inmunología (21), reflejando un interés creciente en investigaciones relacionadas con la salud animal.
- 2021 (97 publicaciones): Hubo un notable incremento en áreas como Epidemiología (12), Inocuidad (14) y Nutrición (16), lo que podría indicar un enfoque hacia temas de seguridad alimentaria y manejo de la alimentación de los animales.
- 2022 (67 publicaciones): Las áreas con mayor participación fueron Nutrición (14) y Forrajes y Pastizales (10). Inmunología y Parasitología tuvieron una baja representación, con solo 2 y 1 publicaciones, respectivamente.



- 2023 (58 publicaciones): Se mantuvo el interés en áreas como Nutrición (13) y Microbiología (8).
- 2024 (59 publicaciones): Las áreas más destacadas fueron Forrajes y Pastizales (13) y Nutrición (11), lo que refuerza la tendencia hacia investigaciones relacionadas con la alimentación de organismos de interés pecuario y el manejo de recursos forrajeros.

Tabla 1. Productividad por año

Áreas de investigación	2020	2021	2022	2023	2024
Apicultura	4	6	3	0	5
Epidemiología	5	12	7	1	6
Forrajes y Pastizales	15	8	10	9	13
Genética	12	11	1	9	6
Inmunología	21	0	2	2	0
Inocuidad	0	14	10	4	2
Microbiología	4	9	7	8	2
Nutrición	9	16	14	13	11
Parasitología	4	6	1	5	4
Reproducción	5	7	6	2	4
Socioeconomía	3	8	6	5	6

Discusión

El análisis de las publicaciones de la Rev Mex Cienc Pecu durante el periodo 2020-2024 muestra una preferencia sostenida por temas relacionados con la Nutrición y con Forrajes y Pastizales, lo cual resalta su relevancia para la productividad pecuaria. Estas áreas concentran investigaciones clave en la alimentación animal y el manejo de recursos forrajeros, fundamentales para la mejora del desempeño y sostenibilidad del sector.

Un hallazgo significativo es la variabilidad en la productividad anual. En 2020, el protagonismo del área de Inmunología (21 publicaciones) sugiere una atención especial hacia la salud animal. Sin embargo, esta tendencia no se mantuvo en años posteriores, donde Inmunología y Parasitología mostraron una baja participación.

En 2023 (58) y 2024 (59), áreas como Nutrición y Forrajes y Pastizales mantuvieron una participación destacada, evidenciando su importancia continua para el sector.

La baja representación de áreas como Apicultura y Parasitología a lo largo de todo el periodo evaluado sugiere una posible necesidad de fomentar investigaciones en estos campos, especialmente considerando su impacto potencial en la diversificación de la producción pecuaria y el control de enfermedades.



En general, los resultados reflejan una dinámica investigadora orientada hacia el fortalecimiento de la productividad pecuaria, con una marcada preferencia por áreas básicas de la producción, como los son la alimentación y la conservación de la salud animal.

Conclusión

Durante el periodo 2020-2024, la investigación publicada en la Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias mostró un predominio en las áreas de Nutrición y Forrajes y Pastizales, reflejando su importancia para la producción pecuaria. Destacó la participación inicial del área de Inmunología en 2020 con 21 publicaciones, seguida por una drástica disminución en los años posteriores. A pesar de esta variabilidad, se observó una participación constante de disciplinas como Epidemiología, Microbiología e Inocuidad, lo que evidencia la diversidad temática y un enfoque multidisciplinario en la investigación pecuaria, orientada a temas de prevención y control de enfermedades. Estos resultados ofrecen un panorama básico de las tendencias y los cambios en las prioridades científicas dentro del sector durante este periodo de análisis.

Bibliografía

- Ardanuy J. (2012). Breve introducción a la bibliometría. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Barrera Suárez, K. V., Pinzón León, J. S., Acuña Gómez, J. S., Jiménez-Barbosa, W. G. (2021). Análisis bibliométrico de las revistas científicas afines a optometría en Colombia 2014-2019. Revista Salud Bosque, 11(1).
- Siche, R., Siche, N. (2023). The language model based on sensitive artificial intelligence - ChatGPT: Bibliometric analysis and possible uses in agriculture and livestock. Scientia Agropecuaria, 14(1), 111-116.



2025-43-VET

Pertinencia de la evaluación con base a progresiones de aprendizaje en Medicina veterinaria

¹Martha Elba Ruiz-Riva-Palacio*, ^{1,2}Roberto Montes-de-Oca-Jiménez*, ³Pilar Eliana Rivadeneira-Barreiro, ³Pablo Cleomenes Zambrano-Rodríguez, ²Pedro Sánchez Aparicio, ¹Edalhi García Faz.

¹Plantel Sor Juana Inés de la Cruz. UAEM AMECAMECA. Universidad Autónoma del Estado de México. México- CP. 56900. ²Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México. km 15.5 Carretera Panamericana Toluca-Atlacomulco, Toluca, Estado de México, México, C.P. 50200. ³Departamento de Veterinaria. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Técnica de Manabí. 130105. Portoviejo, Ecuador. **Correos:** prometeoruiz@hotmail.com*, romojimenez@yahoo.com*, pilar.rb26@hotmail.com; dpablozambrano@gmail.com, psanchezap@uaemex.mx, egarciafa@uaemex.mx.

Resumen

Las progresiones de aprendizaje, se están posicionándose como una estrategia poderosa en el ámbito de la investigación educativa mundial, revolucionando la concepción y comprensión de las competencias respecto a los tópicos centrales de una disciplina. El proceso Educativo al ser planificado requiere de un factor de verificación o valoración que determine los niveles de saberes y logros por parte de los estudiantes, a fin de proporcionar información relevante para los actores del proceso educativo. La evaluación, vista desde una perspectiva de dimensión macro y micro, requiere de un manejo profundo de los métodos, técnicas, instrumentos, niveles y agentes que intervendrán en este proceso, pero sobre todo la plena conciencia del modelo de enseñanza aprendizaje a utilizarse. La valoración o evaluación va más allá de un seguimiento escolar, se trata de una herramienta poderosa para identificar los resultados y niveles de logro alcanzados. Las progresiones de aprendizaje como modelo educativo, describen cómo evolucionan los conocimientos de los estudiantes en un ámbito de conocimiento, esto a través de un mapa de aprendizajes, el cual comienza en un punto de partida de no conocimiento (desconocimiento) del objeto de aprendizaje, a partir de ese punto el estudiante irá conociendo el objeto de intervención cada vez mejor a través de una sucesión de saltos cuantitativos, que impliquen aprender características, funciones, matices, variantes, componentes diferentes entre sí por el hito al que corresponden; pero similares por el nivel en el que se encuentran; es decir que, si el hito demarca la progresión cuantitativa, el nivel, refleja la progresión cualitativa. Esto implica la relación complementaria de hitos y niveles en las progresiones de aprendizaje. **El objetivo** de esta investigación es analizar las implicaciones y pertinencia de los tipos de evaluación de aprendizaje con base a



progresiones de aprendizaje en el ámbito de la educación veterinaria. A través de la revisión bibliográfica de 20 artículos científicos, alojados en bases de datos públicas que se presentan los siguientes **resultados**; la evaluación cualitativa es inherente a las Progresión de aprendizajes, implica una serie de características que contrastan con la evaluación cuantitativa y la complementan, su objetivo principal es formar los caminos y las rutas para que puedan avanzar en la profundización, experticia y calidad de sus aprendizajes, debe ser sostenida y constante. En tanto la evaluación cuantitativa en las progresiones de aprendizaje es un método de evaluación que utiliza números para medir el desempeño de los estudiantes; lo ideal es utilizar una evaluación de tipo integral con base a los objetivos que se desean alcanzar en cada una de las disciplinas. **Palabras clave**; Evaluación, progresiones de aprendizaje, medicina veterinaria.

Summary

Learning progressions are positioning themselves as a powerful strategy in the field of global Educational research, revolutionizing the conception and understanding of competencies regarding the central topics of a discipline. The Educational process, when planned, requires a verification or assessment factor that determines the levels of knowledge and achievements of the students, in order to provide relevant information for the actors in the educational process. Evaluation, seen from a macro and micro dimension perspective, requires in-depth management of the methods, techniques, instruments, levels and agents that will intervene in this process, but above all, full awareness of the teaching-learning model to be used. Assessment or evaluation goes beyond school monitoring, it is a powerful tool to identify the results and levels of achievement achieved. Learning progressions as an educational model describe how students' knowledge evolves in a field of knowledge, this through a learning map, which begins at a starting point of non-knowledge (ignorance) of the learning object. From that point on, the student will get to know the object of intervention better and better through a succession of quantitative leaps, which involve learning characteristics, functions, nuances, variants, components that are different from each other due to the milestone to which they correspond; but similar due to the level at which they are found; That is to say, if the milestone demarcates the quantitative progression, the level reflects the qualitative progression. This implies the complementary relationship of milestones and levels in learning progressions. The objective of this research is to analyze the implications and relevance of types of learning assessment based on learning progressions in the field of veterinary education. Through the bibliographic review of 20 scientific articles, housed in public databases, the following results are presented; Qualitative evaluation is inherent to Learning Progression, it implies a series of characteristics that contrast with quantitative evaluation and complement it, its main objective is to form the paths and routes so that they can advance in the deepening,



expertise and quality of their learning, must be sustained and constant. While quantitative evaluation in learning progressions is an evaluation method that uses numbers to measure student performance; The idea is to use a comprehensive evaluation based on the objectives that are desired to be achieved in each of the disciplines.

Keywords: Assessment, learning progressions, veterinary medicine.

Introducción

Desde los años 90s es tendencia mundial medir la calidad educativa a través del proceso de evaluación o valoración de los niveles de desempeño de los estudiantes, es un proceso natural que proporciona información valiosa que permite tomar decisiones respecto al Aprendizaje y la enseñanza en las diferentes áreas del conocimiento; el obtener información de los niveles de logro y dominio de las competencias permiten, a través de la realimentación, diseñar estrategias de enseñanza –aprendizaje que abonen a lograr los saberes, competencias y perfiles determinados al inicio de los currículos y las unidades de aprendizaje.

Al respecto cada país presenta condiciones, experiencias y aprendizajes de a sus procesos de valoración en áreas diversas; sin embargo, estos se han tornado más especializados y con engranajes holísticos, donde se valoran no solo los objetos de intervención sino los factores asociados a los desempeños exhibidos por los estudiantes. (CAB.2006)

La valoración educativa ha repercutido de manera frontal en las nociones de calidad educativa y las formas en como realizarla, por ello se pone de manifiesto la imperiosa necesidad de determinar cómo, en qué momento, quien, dónde, a través de que evaluar, a fin de robustecer su confiabilidad y efectividad. Este camino ha sido recorrido por diferentes países y sus experiencias enriquecedoras, desde la perspectiva de progresiones de aprendizaje, estrategia didáctico-pedagógica respecto al mapeo de los niveles de logro de las competencias, las cuales fungen como descriptores de la evolución continua del logro e identificadores de los procesos cognoscitivos del estudiante y del dominio de las competencias profesionales y de egreso. El conducir al estudiante a un aprendizaje funcional progresivo, pertinente y coherente, que responda a las exigencias de un contexto cada vez más complejo, implica el diseño de programas académicos pertinentes que fomenten el logro y dominio de las competencias; pero sobre todo un proceso de valoración pertinente, confiable y eficiente en términos de conocimiento funcional.

Las progresiones de aprendizaje describen el desarrollo de una competencia en niveles de complejidad creciente, como pasos de un camino hacia los logros expresados en el perfil de egreso, proporcionando un mapa detallado de cómo los estudiantes se vuelven



cada vez más hábiles y competentes en aspectos particulares de las competencias de egreso; con base al proceso de evaluación.

La cual tiene por objeto medir una meta, los objetos de intervención con base al tipo de conocimiento que buscamos desarrollar en el estudiante y una medida de progreso hacia esa meta, esto implica sus niveles de progreso en el dominio de un saber por ello es fundamental abordar la pertinencia de utilización de evaluación cualitativa y cuantitativa con base a las progresiones de Aprendizaje.

La evaluación del desempeño tiene por objetivo evaluar los objetos de intervención curriculares, esto implica medir los conocimientos, destrezas, habilidades y actitudes de nuestros estudiantes en un periodo determinado, con indicadores y criterios definidos, que miden los niveles de logro que parten de un rango jerárquico que va de menor a mayor y puede representarse en expresiones cuantitativas (5.0, 8.3, 10.0, 50, 83 o 100) o indicadores cualitativos (Insuficiente, satisfactorio, sobresaliente); esta se da progresivamente y de forma permanente, es consecutiva a lo largo de una línea temporal continua, puede ser en un bimestre, trimestre o semestre, es acumulativa y realizada por los docentes, al finalizar el abordaje de los objetos de intervención definidos con antelación.

La valoración inherente a las progresiones de Aprendizaje es la cualitativa, cuyo propósito principal es “conducir” a los estudiantes por los caminos o rutas para que puedan avanzar en el dominio de la competencia. Este tipo de valoración se realiza de manera constante y sostenida durante el proceso de aprendizaje con el acompañamiento del profesor, quien a través de la retroalimentación enfatiza puntos a mejorar con base a los estándares, indicadores y criterios previamente definidos, el docente es quien señala la manera correcta de ejecución de cada tarea. Las valoraciones del profesor en relación al aprendizaje del estudiante no confluyen en una nota o calificación sino en pautas, explicaciones, aclaraciones, preguntas, comparaciones, ejemplificaciones, descripciones, problematizaciones, interpelaciones, que permiten al estudiante avanzar y dar saltos cualitativos y cuantitativos en sus aprendizajes. (Heritage.2006)

Cada uno de estos saltos constituye el avance progresivo de hito a hito, de nivel a nivel. Al alcanzar un nuevo hito o nivel, el aprendiz no puede dar automáticamente el siguiente paso, el profesor es el encargado de crear nuevas situaciones de aprendizaje que promuevan y motiven al estudiante a plantear nuevas hipótesis, generar dudas, plantear nuevas preguntas, replantear problemas, modificar certezas, revisar procedimientos, ampliar su perspectiva, crear nuevos escenarios, pensar nuevas soluciones a viejos problemas, proponer viejas soluciones a problemas emergentes –en fin- para dar un nuevo salto en sus aprendizajes.(Heritage.2006).



Material y métodos

La presente investigación es de tipo cualitativa, debido a que se recopila información y conocimientos a partir de herramientas de interpretación no matemática (Deslauriers, 2004).

Esta investigación se caracterizó por el análisis de datos descriptivos previamente demostrados y publicados en fuentes científicas, centrándose en una revisión bibliográfica enfocada al análisis y exploración de áreas del conocimiento y de ámbitos de investigación sobre el tema en cuestión. El flujo metodológico incluyó una etapa de Búsqueda, una de Evaluación, seguida de la etapa de Análisis y por último de Síntesis (Bloomberg y Volpe, 2016; Booth y Cols, 2016).

La fase de búsqueda proporcionó los documentos (artículos, comunicaciones, capítulos de libro) que se utilizaron como candidatos para formar parte del banco de evidencia documental del trabajo. Dentro de los criterios de búsquedas se incluyeron los temas: Progresiones de aprendizaje, evaluación, educación superior; el gestor de referencias bibliográfico EndNote se empleó para la búsqueda y organización de los documentos objetos de estudio. Las fuentes utilizadas para la búsqueda incluyeron repositorios virtuales de entidades educativas, editoriales de tipo académico, Revistas Científicas (REDALYC), (SciELO) y Bases de datos: Wiley Online Library, Scientific Electronic Library Online, Scopus, Communication Sources y Humanities Sources. El sistema de evaluación de los documentos incluyó como criterio de selección: documentos con estructura IMRyD (Introducción, Metodología, Resultados y Discusión) o estructura de Revisión bibliográfica, alcance geográfico de los documentos, desarrollo de etapas experimentales y la fuente de publicación. Se evaluaron un total de 20 artículos científicos alojados en bases de datos científicas-públicas. El procedimiento sistemático adoptado para el análisis de la información consistió en el establecimiento de conceptos para cada tema, antecedentes y situación actual. Los datos se extrajeron para el desarrollo de una tabla con los apartados: metodología utilizada, objeto de estudio, aportaciones principales y resultados más destacados, lo que permitió resumir los datos recolectados durante el proceso de investigación.

Conclusiones y Discusión

la evaluación cualitativa es inherente a las Progresión de aprendizajes, implica una serie de características que contrastan con la evaluación cuantitativa y la complementan, su objetivo principal es formar los caminos y las rutas para que puedan avanzar en la profundización, experticia y calidad de sus aprendizajes, debe ser sostenida y constante. En tanto la evaluación cuantitativa en las progresiones de aprendizaje es un método de evaluación que utiliza números para medir el desempeño



de los estudiantes; lo ideal es utilizar una evaluación de tipo integral con base a los objetivos que se desean alcanzar en cada una de las disciplinas.

Indiscutiblemente las acciones por parte de los actores educativos, pinta extenuante para el mejoramiento de la calidad educativa, la evaluación nos da un panorama holístico respecto al avance gradual y progresivo de los aprendizajes por parte de los estudiantes, requiere emprender tareas pertinentemente eficientes para cada uno de los contextos y la enseñanza-aprendizaje de la medicina veterinaria no es la excepción.

Es prioritario mapear el estado de implementación y avance de las progresiones de aprendizaje, en las facultades de medicina veterinaria, con base a los criterios internacionales utilizados en progresiones de aprendizaje en diferentes áreas del conocimiento.

Se deben establecer tablas de equivalencias para la equiparación de aprendizajes de naturaleza cualitativa, así como sistemas integrales de valoración de progresiones de aprendizaje en la medicina veterinaria, intercambiando saberes, experiencias y retos adquiridos en el proceso de valoración de progresiones de aprendizaje y su consenso para cada área de intervención y cada unidad de aprendizaje; partiendo si ese modelo de progresión de aprendizajes es aplicable a toda la malla curricular.

Debatir si existen modelos de progresión que sean aplicables a todos los aprendizajes.

Referencias bibliográficas

- Baquero, R. (2001). *Debates constructivistas*. Buenos Aires: Aique.
- Bennett, N. (1979). *Estilos de enseñanza y progreso de los alumnos*. Madrid: Morata.
- Carretero, M. (Comp.). (1998). *Desarrollo y aprendizaje*. Buenos Aires: Aique.
- Convenio Andrés Bello [CAB]. (2006). *Estudios sobre eficacia escolar en Iberoamérica. 15 buenas investigaciones*. Bogotá: CAB.
- Diez de Ultzurrun, A. (Coord.). (2011). *El aprendizaje de la lectoescritura desde una perspectiva constructivista. Vol. 1. Actividades para realizar en el aula: textos funcionales y cuentos*. Barcelona: Graó.
- Heritage, M. (2006). *Learning Progressions: Supporting Instruction and Formative Assessment*. National Center for Research on Evaluation, Standards and Student Testing (CRESST). Washington, DC.: Council of Chief State School Officers. Recuperado de: <http://www.renlearn.co.uk/wp-content/uploads/2014/03/learning-progressions-supporting-instruction-and-formative-assessment.pdf>
- Hirschfeld, L., & Gelman, S. (Comp.). (2002). *Cartografía de la mente. La especificidad de dominio en la cognición y en la cultura*. Barcelona: Gedisa.
- Mc Cormick, R., & James, M. (1997). *Evaluación del curriculum en los centros escolares*. Madrid: Morata.



2025-44-VET

Progresiones de aprendizaje en la Medicina Veterinaria, ¿moda, transformación o solución?

¹Martha Elba Ruiz-Riva-Palacio*, **^{1,2}Roberto Montes-de-Oca-Jiménez***, **³Pilar Eliana Rivadeneira-Barreiro**, **³Pablo Cleomenes Zambrano-Rodríguez**, **²Pedro Sánchez Aparicio**, **¹Edalhi García Faz**.

¹Plantel Sor Juana Inés de la Cruz. UAEM AMECAMECA. Universidad Autónoma del Estado de México. México- CP. 56900. ²Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México. km 15.5 Carretera Panamericana Toluca-Atlacomulco, Toluca, Estado de México, México, C.P. 50200. ³Departamento de Veterinaria. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Técnica de Manabí. 130105. Portoviejo, Ecuador. **Correos:** prometeoruiz@hotmail.com*, romojimenez@yahoo.com*, pilar.rb26@hotmail.com; dpablozambrano@gmail.com, psanchezap@uaemex.mx, egarciafa@uaemex.mx.

Resumen

Las progresiones de aprendizaje han emergido como una estrategia didáctico-pedagógica poderosa respecto al mapeo de los niveles de logro de las competencias, estas fungen como descriptores de la evolución continua del logro e identificadores de los procesos cognoscitivos del estudiante; a fin de implementar estrategias de enseñanza aprendizaje que faciliten el dominio de las competencias profesionales y de egreso. El conducir al estudiante a un aprendizaje funcional progresivo, pertinente y coherente, que responda a las exigencias de un contexto cada vez más complejo, implica el diseño de programas académicos pertinentes que fomenten el logro y dominio de las competencias. El reto que supuso el COVID-19, a nivel mundial, permitió entre otras cosas realizar un replanteamiento respecto a nuestra capacidad de reacción, a nuestros recursos, competencias y conocimientos para hacer frente a las diversas crisis de un mundo globalizado. Ante esta realidad, en el ámbito educativo las progresiones de aprendizaje describen el desarrollo de una competencia en niveles de complejidad creciente, como pasos de un camino hacia los logros expresados en el perfil de egreso, proporcionando un mapa detallado de cómo los estudiantes se vuelven cada vez más hábiles y competentes en aspectos particulares del dominio de cada competencia. El contenido y secuencia de la malla curricular de la licenciatura en medicina veterinaria ofertada por los diferentes organismos académicos, normalmente es establecida con base al conocimiento y experticia de los eruditos de la disciplina, quienes con base a su lógica proponen los objetos de intervención a abordar, esta forma de estructurar la enseñanza, permite visualizar un **problema** no solucionado en los últimos años, el cómo aprenden los alumnos. Corcoran y otros en (2019) sugieren que hay conceptos que los estudiantes comprenden más fácilmente que otros, y que esta secuencia cognitiva no es necesariamente la misma que la sugerida por la lógica disciplinar.

El **objetivo** de esta Investigación es presentar los beneficios de esta estrategia didáctica-pedagógica, como una herramienta poderosa del ámbito de la psicología cognitiva, que permite la construcción de los descriptores de logro de cada competencia de egreso, en donde el dominio de una competencia comprende diversos procesos cognoscitivos que una vez internalizados permiten al sujeto realizar determinadas tareas. A través de la revisión bibliográfica de 35 artículos científicos, alojados en bases de datos publicas que se presentan los siguientes resultados; la implementación de las progresiones de aprendizaje en nivel superior requiere de un diseño curricular coherente y consistente, evaluación variada y significativa, fomento del aprendizaje colaborativo, integración de tecnología educativa y evaluación



continua y mejora, pero sobre todo un trabajo arduo que enlace la parte disciplinaria y la parte de cognoscitiva en los estudiantes, lo que nos lleva a la siguiente conclusión, las progresiones de aprendizaje representan una poderosa estrategia para favorecer el aprendizaje coherente y significativo, que permita el alcance de las competencias de egreso de los estudiantes de Medicina Veterinaria; el trabajo sobre progresiones de aprendizaje está en sus inicios y hay un largo camino por construir, no es una moda, es la punta de lanza, es una herramienta de transformación y mejora que puede solucionar el cómo aprenden nuestros estudiantes.

Palabras clave; Medicina Veterinaria, progresiones, procesos cognoscitivos.

Summary

Learning progressions have emerged as a powerful didactic-pedagogical strategy regarding the mapping of the levels of achievement of competencies. These serve as descriptors of the continuous evolution of achievement and identifiers of the student's cognitive processes; in order to implement teaching-learning strategies that facilitate the mastery of professional and graduation skills. Leading the student to progressive, relevant and coherent functional learning, which responds to the demands of an increasingly complex context, implies the design of relevant academic programs that promote the achievement and mastery of competencies. The challenge posed by COVID-19, at a global level, allowed, among other things, to rethink our capacity to react, our resources, skills and knowledge to face the various crises of a globalized world. Given this reality, in the educational field, learning progressions describe the development of a competence at levels of increasing complexity, as steps on a path towards the achievements expressed in the graduation profile, providing a detailed map of how students develop. They become increasingly more skilled and competent in particular aspects of the domain of each competence. The content and sequence of the curriculum of the degree in veterinary medicine offered by the different academic organizations is normally established based on the knowledge and expertise of the scholars of the discipline, who, based on their logic, propose the objects of intervention to be addressed, this way of structuring teaching, allows us to visualize a problem that has not been solved in recent years, how students learn. Corcoran and others in 2019 suggest that there are concepts that students understand more easily than others, and that this cognitive sequence is not necessarily the same as that suggested by disciplinary logic. The objective of this Research is to present the benefits of this didactic-pedagogical strategy, as a powerful tool in the field of cognitive psychology, which allows the construction of the achievement descriptors of each graduation competence, where the mastery of a competence includes various cognitive processes that once internalized allow the subject to perform certain tasks. Through the bibliographic review of 35 scientific articles, housed in public databases, the following results are presented; The implementation of learning progressions at a higher level requires a coherent and consistent curricular design, varied and meaningful evaluation, promotion of collaborative learning, integration of educational technology and continuous evaluation and improvement, but above all, hard work that links the disciplinary part. and the cognitive part in the students, which leads us to the following conclusion, learning progressions represent a powerful strategy to promote coherent and meaningful learning, which allows the achievement of the graduation competencies of Veterinary Medicine students; The work on learning progressions is in its beginnings and there is a long way to go, it is not a fad, it is the tip of the spear, it is a tool for transformation and improvement that can solve how our students learn.

Keywords; Veterinary Medicine, progressions, cognitive processes.

Introducción

La malla curricular y los objetos de intervención en educación se han establecido de manera tradicional con base al modelo educativo en boga a nivel mundial, articulado



con los criterios y experticia de los agentes educativos de cada Nación. El contar con un proceso de planificación y clarificación del modelo para cada uno de los agentes que intervienen en el proceso de enseñanza aprendizaje es de vital ayuda, pues permite seguir la ruta hacia el objetivo planteado.

Las progresiones de aprendizaje son descriptores de la evolución continua del logro e identificadores de los procesos cognoscitivos del estudiante; a fin de implementar estrategias de enseñanza aprendizaje que faciliten el dominio de las competencias profesionales y de egreso. El conducir al estudiante a un aprendizaje funcional progresivo, pertinente y coherente, que responda a las exigencias de un contexto cada vez más complejo, implica el diseño de programas académicos pertinentes que fomenten el logro y dominio de las competencias.

Las progresiones de aprendizaje son herramientas que permiten identificar el nivel de aprendizaje que posee un individuo en un campo específico de conocimiento, es un mapa de aprendizajes, que permite ubicar en que punto se encuentra con respecto a los saberes, habilidades, valores y actitudes, respecto a los aprendizajes profundos adquiridos en un curso académico.

El ubicar los aprendizajes superficiales y sobre todo los profundos en el mapeo, se requieren dos tipos de indicadores descriptivos que caracterizan a los aprendizajes, en primera instancia los hitos que señalan componentes cuantitativos del aprendizaje; y, por otro lado, están los niveles que señalan componentes cualitativos del aprendizaje en el que se encuentra la persona, como se exhibe en la figura 1, representación gráfica de progresiones de Aprendizaje.



Figura 1. Representación gráfica de progresiones de aprendizajes

Esta imagen implica el punto de partida del aprendizaje, esto es el desconocimiento del objeto de intervención o de aprendizaje, a partir de aquí el estudiante irá abonando al conocimiento gradual y progresivo del objeto, a través de saltos cuantitativos sucesivos; en cada **hito** recorrido se aprende: características, funciones, componentes, variantes, diferencias entre si por el hito correspondiente, pero semejantes por el **nivel** donde se encuentran, esto es, si el **hito** demarca la progresión cuantitativa, el **nivel**, refleja la progresión cualitativa. La progresión de aprendizaje son una relación complementaria de dos componentes constitutivos: **hitos y niveles**, si bien tienen características



diferentes –uno es de naturaleza cuantitativa y otro cualitativa, el componente principal y definitorio para consolidar el aprendizaje lo constituye el nivel (de orden cualitativo). Los niveles marcan los puntos de referencia entre el aprendizaje actual y el aprendizaje deseado, los peldaños para llegar al aprendizaje deseado son los hitos. (Ultuzurrún.2011)

Los ámbitos de conocimiento parten de límites que se construyen de forma arbitraria, pues estos se crean con base a necesidades y funciones de cualquier tipo y naturaleza, generalmente estos son determinados por los Estados, Instituciones; investigadores, grupos sociales o individuos con necesidades particulares de aprendizaje; por ende, los ámbitos de conocimiento son culturales e históricos.

La educación veterinaria no está exenta de establecer ámbitos particulares de conocimiento, corrientes y metodologías educativas que permitan a los estudiantes exhibir conocimientos funcionales con base a su perfil de egreso.

Si bien es cierto que las progresiones de aprendizaje prometen ser de gran utilidad en el diseño de currículos, métodos de enseñanza y evaluaciones del aprendizaje en ciencias, es importante reconocer que en la actualidad existen concepciones diversas sobre la estructura y contenido esperados de tales progresiones, y sobre las estrategias que deben seguirse para desarrollarlas y validarlas (Duschl et al., 2011). Así, hoy día encontramos progresiones de aprendizaje que describen la evolución de los conocimientos de los estudiantes tal y como parecen ocurrir bajo los currículos y formas de enseñanza actuales; en otros las progresiones describen secuencias posibles de aprendizaje bajo formas de instrucción diseñadas para sacar ventaja de los trampolines conceptuales identificados en cierta área. Adicionalmente, hay educadores que comienzan la construcción de progresiones de aprendizaje con base en el análisis de la complejidad de los conceptos a enseñar, seguida de investigaciones diseñadas para validar la secuencia propuesta haciendo uso de datos recolectados en las aulas. En otras situaciones, la progresión de aprendizaje se genera directamente a partir del análisis de las explicaciones o respuestas dadas por estudiantes en diversos grados escolares a preguntas diseñadas para investigar sus ideas sobre un tema determinado.

Material y métodos

La presente investigación es de tipo cualitativa, debido a que se recopila información y conocimientos a partir de herramientas de interpretación no matemática (Deslauriers, 2004).

Esta investigación se caracterizó por el análisis de datos descriptivos previamente demostrados y publicados en fuentes científicas, centrándose en una revisión bibliográfica enfocada al análisis y exploración de áreas del conocimiento y de ámbitos de investigación sobre el tema en cuestión. El flujo metodológico incluyó una etapa de



Búsqueda, una de Evaluación, seguida de la etapa de Análisis y por último de Síntesis (Bloomberg y Volpe, 2016; Booth y Cols, 2016).

La fase de búsqueda proporcionó los documentos que se utilizaron como candidatos para formar parte del banco de evidencia documental del trabajo. Dentro de los criterios de búsquedas se incluyeron los temas: Progresiones de aprendizaje, evaluación, educación superior; el gestor de referencias bibliográfico EndNote se empleó para la búsqueda y organización de los documentos objetos de estudio. Las fuentes utilizadas para la búsqueda incluyo repositorios virtuales de entidades educativas, editoriales de tipo académico, Revistas Científicas (REDALYC), (SciELO) y Bases de datos: Wiley Online Library, Scientific Electronic Library Online, Scopus, Communication Sources y Humanities Sources. El sistema de evaluación de los documentos incluyó como criterio de selección: documentos con estructura IMRyD (Introducción, Metodología, Resultados y Discusión) o estructura de Revisión bibliográfica, alcance geográfico de los documentos, desarrollo de etapas experimentales y la fuente de publicación. Se evaluaron un total de 35 artículos científicos alojados en bases de datos científicas-públicas. El procedimiento sistemático adoptado para el análisis de la información consistió en el establecimiento de conceptos para cada tema, antecedentes y situación actual. Los datos se extrajeron para el desarrollo de una tabla con los apartados: metodología utilizada, objeto de estudio, aportaciones principales y resultados más destacados, lo que permitió resumir los datos recolectados durante el proceso de investigación.

Conclusiones y Discusión

Las progresiones de aprendizaje representan una estrategia didáctica-pedagógica, eficiente y reconocida en el ámbito de la psicología cognitiva y en la educación, describen en el cómo las habilidades y conocimientos más complejos se construyen sobre una base sólida de conceptos y destrezas previas. Esto significa que para adquirir una habilidad o comprender un concepto avanzado, es necesario dominar ciertos aspectos básicos y fundamentales antes que abordar objetos de intervención más complejos; son secuencias lógicas en la que los pasos se van construyendo unos sobre otros de manera gradual. Cada paso en la progresión se basa en lo aprendido en los pasos anteriores y agrega nuevas capas de conocimiento o habilidad; permitiendo a los estudiantes avanzar de manera incremental y consolidar lo que han aprendido antes de enfrentarse a desafíos más complejos; lo cual implica la construcción de los descriptores de logro de cada competencia de egreso, en donde el dominio de una competencia comprende diversos procesos cognoscitivos que una vez internalizados permiten al sujeto realizar determinadas tareas.



El trabajo de investigación y desarrollo en el área de progresiones de aprendizaje es relativamente reciente, por lo que no existen muchas progresiones claramente establecidas y validadas en las diversas disciplinas científicas; lo cual abre un campo fecundo de posibilidades para trabajos de Investigación y contribución académica científica-pedagógica-cognitiva.

Su implementación en el currículo de la medicina veterinaria requiere de un diseño curricular coherente y consistente, evaluación variada y significativa, esto es formativa e integral, así como el fomento del aprendizaje colaborativo y la integración de tecnología educativa, pero sobre todo un trabajo arduo que enlace la parte disciplinaria y la parte de cognoscitiva en los estudiantes que permita el alcance de las competencias de egreso de los estudiantes de Medicina Veterinaria; el trabajo sobre progresiones de aprendizaje está en sus inicios y hay un largo camino por construir, no es una moda, es la punta de lanza, es una herramienta de transformación y mejora que puede solucionar el cómo aprenden nuestros estudiantes; ya que permite la aplicación de sus conocimientos previos en nuevos contextos, permite a los estudiantes avanzar de manera gradual y progresiva con base a sus estilos de aprendizaje, estimula la creatividad y reflexión para la contribución y solución y reduce la deserción y abandono escolar; sin embargo requiere

El trabajo en el área de progresiones de aprendizaje sobre ideas o competencias centrales en cada disciplina se basa en el convencimiento de que estos modelos educativos pueden favorecer un aprendizaje más coherente y significativo en nuestros estudiantes, a fin de cumplir con la misión de nuestras Instituciones de Educación superior, cualquier esfuerzo transformacional, parece poco en contraste con los beneficios esperados.

Referencias

- Baquero, R. (2001). Debates constructivistas. Buenos Aires: Aique.
- Bennett, N. (1979). Estilos de enseñanza y progreso de los alumnos. Madrid: Morata.
- Carretero, M. (Comp.). (1998). Desarrollo y aprendizaje. Buenos Aires: Aique.
- Brown N. J. S., Nagashima S. O., Fu A., Timms M. & Wilson M. A. (2020) framework for analyzing scientific reasoning in assessments, *Educational Assessment*, 15(3), 142-174.
- Convenio Andrés Bello [CAB]. (2006). Estudios sobre eficacia escolar en Iberoamérica. 15 buenas investigaciones. Bogotá: CAB.
- Corcoran, T., Mosher, F.A. & Rogat, A. (2019) Learning progressions in science: An evidence based approach to reform. Consortium for Policy Research in Education Report #RR-63. Philadelphia, PA: Consortium for Policy Research in Education.,.
- Diez de Ultuzurrún, A. (Coord.). (2011). El aprendizaje de la lectoescritura desde una perspectiva constructivista. Vol. 1. Actividades para realizar en el aula: textos funcionales y cuentos. Barcelona: Graó.



Duncan R. G. & Rivet A. E. (2013) Science learning progressions, *Science*, 339(6118), 396-297

Duschl, R., Maeng, S. & Sezen, A. (2012) Learning progressions and teaching sequences: A review and analysis. *Studies in Science Education*, 47(2), 123-182

Furtak, E. M. (2012) Linking a Learning Progression for Natural Selection to Teachers' Enactment of Formative Assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(9) 1181-1210.

Heritage, M. (2006). Learning Progressions: Supporting Instruction and Formative Assessment. National Center for Research on Evaluation, Standards and Student Testing (CRESST). Washington, DC.: Council of Chief State School Officers. Recuperado de: <http://www.renlearn.co.uk/wp-content/uploads/2014/03/learning-progressions-supporting-instruction-and-formative-assessment.pdf>

Hirschfeld, L., & Gelman, S. (Comp.). (2002). Cartografía de la mente. La especificidad de dominio en la cognición y en la cultura. Barcelona: Gedisa.

Mc Cormick, R., & James, M. (1997). Evaluación del curriculum en los centros escolares. Madrid: Morata.

Stevens S., Delgado C. & Krajcik J.S. (2010) Developing a hypothetical multi-dimensional learning progression for the nature of matter, *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 687-715



2025-45-VET

Composición química del excremento entero, composta y lixiviado de la cama de Cuyes

¹Francisco Raúl Quintero Villaseñor, ²Sergio Martínez González, ³Rafael Murray Núñez, ²Carlos Alfredo Carmona Gasca, ²Socorro Salgado Moreno, ²María Guadalupe Orozco Benítez

¹Estudiante de la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nayarit. ²Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nayarit. ³Secretaría de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma de Nayarit. E-mail: sergio.martinez@uan.edu.mx

RESUMEN

Uno de los factores limitantes para la crianza de animales, es la escasez de forraje verde, por lo tanto, una opción es el forraje verde hidropónico. Al cual se le suministra de elementos esenciales a través de una solución nutritiva para mayores resultados. Es importante evaluar la composición química del excremento entero de cuyes, composta y el lixiviado de composta de la cama de explotaciones de Cuyes (*Cavia porcellus*) para proponerlo como solución nutritiva en la producción de forraje verde hidropónico y la composta restante como enriquecedor de suelos. Las muestras solidas fueron recolectadas en bolsas de polietileno y el lixiviado en frascos de vidrio obscuro. Las muestras de excremento entero fueron tomadas de diferentes lugares de la cama y en la superficie; las muestras de composta fueron obtenidas de diferentes lugares de la cama a 30 cm por abajo de la superficie. Considerando composta cuando el excremento se encuentre totalmente pulverizado y degradado por acción de los organismos que habitan en la composta. El lixiviado fue pasado cada 12 horas 2 veces al día y durante 5 días, esto para obtener un producto homogéneo y continuo. Las muestras de excremento entero de cuyes, composta y el lixiviado fueron analizados con el método AS-07 Walkley y Black de la NOM-021-RECNAT-2000 por triplicado y un testigo. El contenido del excremento entero de cuyes, composta y lixiviado de composta de materia orgánica fue de 68.4 %, 28.24 % y 36.95 %; de carbono 39.67 %, 16.38 % y 21.43 %; de nitrógeno 3.42 %, 1.41 % y 1.84 % respectivamente. El pH del excremento entero fue de 6.93, composta de 6.03 y del lixiviado de composta de 5.85.

Palabras clave: composta, excremento, coleópteros.



2025-46-VET

Descripción de la producción de carne de caprino en Guanajuato. Una revisión

Hernández-Marín José Antonio^{1*}, Valencia-Posadas Mauricio¹, Gutiérrez-Chávez Abner Josué¹, Hernández-Ruíz Jesús² Maki-Díaz Griselda³, Fraire-Cordero Silvia⁴

¹Departamento de Veterinaria y Zootecnia, División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. Irapuato, Guanajuato, México. C.P. 36824. jahmarin@ugto.mx, posadas@ugto.mx, ajgutierrez@ugto.mx ²Departamento de Agronomía, División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. Irapuato, Guanajuato, México. C.P. 36824. hernandez.jesus@ugto.mx ³Departamento de arte y Empresa, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. g.maki@ugto.mx ⁴CONACyT-Colegio de Postgraduados, Campus Campeche, Champotón, Campeche, México. C.P. 24050. frairec@colpos.mx *Autor de correspondencia: jahmarin@ugto.mx

RESUMEN

La explotación de ganado caprino ha sido fundamental en la provisión de carne a nivel global, lo que ha propiciado que los caprinocultores en países en desarrollo dependan de esta especie para obtener productos cárnicos en su dieta. El objetivo de esta revisión es describir los indicadores de la producción de carne de caprino en Guanajuato, México. El inventario nacional de ganado caprino registrado para 2023 fue de 8,840,467 animales, de los cuales 2,362,781 se reportaron como caprinos para producción de carne (SIACON, 2024). De este inventario, los cinco principales estados que aportaron mayor producción en 2023 fueron: Zacatecas (4,487.25 ton; 10.94%), San Luis Potosí (4,319.25 ton; 10.53%), Puebla (3,988.25 ton; 9.72%), Coahuila (3,967.14 ton; 9.67%), y Guerrero (3,808.15 ton; 9.3%); mientras que Guanajuato fue la onceava entidad federativa que aportó 1,473.065 ton (3.59%). De esta cantidad, los cinco principales municipios que aportaron mayor producción (ton) fueron: Abasolo (174.94; 11.88%), Pénjamo (126.6; 8.59%), Cuerámaro (113.57; 7.71%), Huanímaro (92.61; 6.29%), y León (91.643; 6.22%); mientras que la menor contribución la reportó Tarandacuao (1.056; 0.07%). En 2023, el número de cabezas registrado en Guanajuato fue de 85,056; y los cinco principales municipios con mayor aporte fueron: Abasolo (10,378; 12.2%), Pénjamo (7,170; 8.43%), León (6,870; 8.08%), Cuerámaro (6,700; 7.88%), y Huanímaro (5,480; 6.44%); mientras que la menor cantidad la registró Tarandacuao (58 cabezas; 0.07%). Describir los indicadores de la producción de carne de caprino en Guanajuato es esencial para mejorar la competitividad del sector pecuario, asegurar la sostenibilidad de la producción caprina, contribuir al bienestar de los municipios y facilitar el análisis de la competencia en el mercado local, regional y nacional.

Palabras clave: *Capra aegagrus hircus*, Bajío, productos cárnicos, caprinocultura.

BIBLIOGRAFÍA Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). 2024. Producción agropecuaria y pesquera. Programa informático, versión 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430> (consultado el 25 de enero de 2025).



2025-47-VET

Caracterización de las unidades de producción de bovinos y su prevalencia de garrapata *Rhipicephalus microplus*

Barrón-Bravo Oscar^{1*}, Ángel-Sahagún César², Avilés-Ruiz Ricardo¹, Mendoza-de Gives Pedro³, Alcalá-Rico Juan¹, Maya-Cruz Nely⁴

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP-CIRNE). Campo Experimental las Huastecas, Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas, México. ² Universidad de Guanajuato, Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Irapuato, Guanajuato, México. ³ Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Salud Animal e Inocuidad, INIFAP, Morelos, Jiutepec, México.

⁴ Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Altamira, Tamaulipas, México. *Autor de correspondencia: barron.oscar@inifap.gob.mx

Antecedentes

La garrapata es uno de los principales ectoparásitos que afectan la salud y la productividad de los bovinos, la infestación puede provocar pérdidas económicas significativas debido a la reducción de producción de leche, carne, y la transmisión de enfermedades como lo son la Anaplasmosis y la Babesiosis (Strydom et al., 2023). Los métodos biológicos alternativos como el uso de entomopatógenos, bacterias y plantas con propiedades repelentes e ixodicidas, ofrecen una solución más segura y sostenible para controlar la población de garrapatas en bovinos (Showler y Saelao, 2022). El seguimiento de las poblaciones de garrapata es parte de los métodos de control, y brinda gran apoyo en la reducción en el uso de productos químicos, generando menor impacto ambiental, reduciendo los costos económicos a mediano y largo plazo, esto mejora la salud de los bovinos y de los humanos que se relacionan con su entorno (Stafford et al., 2017). Por lo que la investigación es una herramienta fundamental que contribuye a profundizar sobre las mejores maneras de aprovechar las opciones que existen para el control de garrapata por medio de manejo integrado usando varias estrategias, reduciendo la dependencia de insecticidas químicos, beneficiando así al medio ambiente, preservando la salud y productividad de los bovinos (Nath et al., 2018). Las garrapatas son vectores de enfermedades graves para los bovinos como la Babesiosis y la Anaplasmosis, que afectan la salud de los animales, causando fiebre, anemia, retraso en el crecimiento, pérdida de peso e incluso la muerte en casos severos. El monitoreo de las poblaciones de garrapata favorece la efectividad de los métodos de control químico, los cuales tienen como función romper los ciclos de vida de las garrapatas a través de la aplicación de ixodicidas a intervalos determinados por la región agroecológica, identificando las especies a las que se va a combatir, así como la eficacia residual o persistencia del antiparasitario (Ebani y Mancianti, 2021). En la



actualidad en el país existen más de 50 productos para el control de garrapatas o ixodícidas, los cuales incluyen seis grupos distintos con diferencias en sus mecanismos de acción y que se pueden aplicar por distintas vías aspersion, inmersión, de forma epicutánea (pour-on) y por vía parenteral (inyectables) (Rodríguez-Vivas et al., 2014).

Objetivo

Determinar las características de las unidades de producción de bovinos y su prevalencia de garrapata *Rhipicephalus microplus*.

Materiales y métodos

Se realizó un muestreo por conveniencia durante el mes de agosto del 2024, se colectaron y evaluaron muestras de garrapata de tres unidades de producción bovina (UPB) ubicadas en el estado de Tamaulipas, de una población total de 92 bovinos (100%) se seleccionaron los que estaban en praderas comúnmente infestadas y por lo tanto con más probabilidad de ser positivos, las primeras dos UPB fueron de Sistemas doble propósito ubicadas en el Ejido La Gloria, municipio de Aldama, que se localiza entre los 22° 33' y 23° 23' de latitud norte; los meridianos de 98° 23' y 97° 46' de longitud oeste; altitud entre 50 y 1 200m. El clima predominante es semicálido subhúmedo con lluvias en verano de humedad media, con una temperatura de 18-26°C y una precipitación anual de 900-1100 mm (INEGI 2010). La tercera fue muestreada en un sistema vaca becerro del Ejido Nombre de Dios, municipio Soto la Marina, que se localiza entre los 24° 30' y 23° 17' de latitud norte; los meridianos 98° 31' y 97° 44' de longitud oeste; altitud entre 0 y 1 100 m. El clima predominante es semicálido y subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad, con una temperatura de 20-26°C y una precipitación anual de 700-1100 mm (INEGI, 2010). Posteriormente se observaron las características morfológicas de las garrapatas colectadas para su caracterización morfológica, así como para identificar la etapa de su ciclo biológico (Estrada-Peña, 2015). Estas actividades se llevaron a cabo en el Laboratorio de Salud Animal del Campo Experimental Las Huastecas (INIFAP), el cual está ubicado en Altamira, Tamaulipas.

Caracterización de las Unidades de Producción de Bovinos (UPB)

La encuesta constó de 57 preguntas enfocadas en la caracterización de las UPB para los ganaderos. Se incluyeron variables cuantitativas y cualitativas, las cuales se agruparon en tres secciones: 1) Características sociales, 2) Conformación del hato y 3) Razas de bovinos.

Muestreo en unidades de producción de bovinos

Se reunieron para el muestreo los bovinos en cada unidad de producción con un rango de 17 a 52 cabezas por hato (total n=92), se realizó la sujeción por medio de bozal prefabricado con cuerda de polipropileno de media pulgada, y se colectaron las



garrapatas, las cuales se colocaron en Cámaras Húmedas de un litro de capacidad con doble papel filtro para conservar mayor humedad, cerradas con cinta adhesiva y fueron transportadas al Laboratorio, en hielera de polipropileno a temperatura ambiente $25\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Análisis de las muestras en laboratorio

Una vez que se colectaron todas las muestras, éstas fueron seleccionadas en base a su base de ciclo de vida (larva, ninfa, adulta). Además, fueron colocadas en cámaras de incubación de cajas Petri, con doble papel filtro (cámara húmeda). Con ayuda de una pipeta, se colocaron unas gotas de agua para conservar la humedad. Se cerraron con masking tape y se rotularon. Se cuantificaron en base a la unidad de producción de donde provenían tomando los registros para su posterior análisis, se conservaron en hielera de polipropileno a temperatura ambiente $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ con bolsas refrigerantes isotérmicas

Análisis estadísticos

Se generó una base de datos en el programa Excel con los registros de los resultados del muestreo y los datos de las encuestas de características, para posteriormente analizarlos por medio de estadística descriptiva. Con los resultados se determinaron los porcentajes de garrapatas en cada fase en SDP y SVC, en cuanto a las adultas se analizó en una tabla de frecuencias cruzada, si estos resultados son independientes por medio de una prueba de Chi-cuadrada para determinar si existe diferencia significativa entre la presencia en SDP y SVC.

Resultados

Se obtuvieron garrapatas de tres unidades de producción de bovinos (UPB) diferentes. (Cuadro 1), los tipos de sistema de producción fueron el sistema vaca-becerro (SVB, producción de carne también conocido como vaca-cría) y el sistema doble propósito (SDP, producción de carne y leche), los cuales se caracterizaron en base a los criterios descritos en la encuesta. Se determinaron los bovinos positivos a *R. microplus* en las UPB, se cuantificaron las garrapatas en sus diferentes etapas.

Caracterización de las Unidades de Producción de Bovinos (UPB)

Los tipos de sistema de producción fueron el sistema de doble propósito (SDP) y de carne, en el sistema vaca-becerro (SVB), la encuesta reveló que, en cuanto a los integrantes de familia el mayor fue 5 y el menor 2, con un promedio de 3.6, las razas que encontradas fueron Holstein, Simbrah, Charoláis y Suizo Americano en el SDP, y el Beefmaster y Simmental en el SVB (Cuadro 1).



Cuadro 1. Características de las Unidades de Producción de Bovinos (UPB) incluidas en el muestreo de garrapata.

CARACTERISTICA	UPB 1	UPB 2	UPB 3	Promedio
Sistema	Doble propósito	Doble propósito	Carne (vaca-becerro)	---
Municipio	Aldama	Aldama	Soto La Marina	
Integrantes Familia	5	2	4	3.67
Raza Bovina	Holstein, Simbrah	Charoláis, Simbrah, Suizo americano	Beefmaster, Simmental	---
Sementales	1	1	2	1.33
Toretas en desarrollo	0	0	2	0.67
Vacas adultas	12	4	21	12.33
Vaquillas	0	9	24	11.00
Becerras	3	0	4	2.33
Beceros	3	3	3	3.00
HATO TOTAL	19	17	56	30.67

El hato total en las unidades de producción fue de 56 el mayor y de 17 el menor, con un promedio de 30.67, se registró un semental en los SDP y dos en el SVB promediando 1.33, toretas en desarrollo solamente hubo en el SVB 2 promediando 0.67, en relación a las vacas adultas se obtuvo un promedio de 12.3, con un máximo de 21 en SVB y un mínimo de 4 en SDP, en cuanto a vaquillas se tuvieron en promedio 11 con 24 el mayor SVB y el menor 0 SDP; becerras se registraron con un promedio de un 2.33 con un máximo de 4 en SVB y 0 SDP, en cuanto los becerros se tuvo un promedio de 3 homogéneo en todas las UPB (Cuadro 1).

Bovinos positivos a *Rhipicephalus microplus* en UPB

Resultados del muestreo de bovinos realizado, donde se recopilaron los datos de rancho, raza, crías, señas particulares, garrapatas (Cuadro 2), del 100% de la población total de bovinos (92) se muestrearon 19 (20.6%) seleccionados, en total fueron 10 (10.8%) bovinos positivos a garrapatas de diferentes etapas de su ciclo de vida, ocho de las vacas traían becerro al pie, las razas de los bovinos positivos fueron Suizo americano, Suizo/Charol, Suizbú, Simbrah, Beefmaster, se registraron las señas particulares de cada bovino, para su identificación, las razas utilizadas en cada sistema de producción fueron características del SDP y SVC.



Cuadro 2. Bovinos positivos a *Rhipicephalus microplus* en las Unidades de Producción de Bovinos (UPB) en Aldama, Tamaulipas

RANCHO	RAZA	BECERRO	PARTICULARIDAD	GARRAPATAS
1	Holstein	SI	Frente con lucero	N
1	Holstein/simbra	SI	Cabeza blanca lunar ojo	N
1	Holstein/cebu	SI	Cabeza negra	N
1	Holstein	SI	Lunar negro	N
1	Holstein	SI	Toda negra	N
1	Holstein	NO	Negra, cabeza blanca	N
1	Simental/Holstein	NO	Café claro pardo	N
2	Suizo/Charol	NO	Pinta de blanco con gris	P
2	Beefmaster	NO	Colorada	N
2	Suizo Americano	SI	Cara blanca	P
2	Simmental	NO	Cara y vientre blanco	N
2	Simbrah	SI	Parda sin cuernos	P
2	Suizo Americano	SI	Parda gris	P
2	Suizbú	NO	Cabeza café	P
3	Beefmaster	NO	Colorada	P
3	Beefmaster	NO	Colorada	P
3	Beefmaster	NO	Pinta de colorado y blanco	P
3	Beefmaster	NO	Colorada	P
3	Beefmaster	NO	Pinta de colorado y blanco	P
Total		8		10

P: positiva; N: negativa

Garrapatas encontradas en SDP y SVC

En el Cuadro 3 se representan los datos acerca del muestreo de garrapatas encontradas en UPB, en el cual se recopilaron diferentes etapas de su ciclo de vida y el tipo de sistema SDP y SCV, se colectaron en total 272 (100%) garrapatas, de las cuales 248, fueron del SVC y 24 del SDP, 162 corresponden a adultas repletas, 41 a adultas semirrepletas, 33 a ninfas y 36 a larvas. Existió diferencia significativa entre las garrapatas adultas del SVC y SDP con la prueba de independencia Chi-cuadrada ($P < 0.05$).

Cuadro 3. Resultados del muestreo de garrapatas encontradas en Unidades de Producción de Bovinos (UPB) de sistema doble propósito y sistema vaca becerro.

ETAPA DE LA GARRAPATA	TIPO DE SISTEMA		Suma (%)
	Doble propósito** (%)	Vaca becerro* (%)	
Adultas repletas	6 (2.21) a	156 (57.35) b	162 (59.56)
Adultas semirrepletas	2 (0.74)	39 (14.34)	41 (15.07)
Ninfas	13 (4.78)	20 (7.35)	33 (12.13)
Larvas	3 (1.10)	33 (12.13)	36 (13.24)
TOTAL	24 (8.82)	248 (91.18)	272 (100)

** Producción de leche y carne (SDP); *: Producción de carne (SVC); Diferente literal expresa diferencias significativas Chi-cuadrada $P < 0.05$.



Discusión

Los resultados del presente estudio permitieron caracterizar de acuerdo a su sistema de producción (doble propósito o vaca-becerro) un total de 3 granjas en dos municipios de Tamaulipas. Del mismo modo se generó información referente a la prevalencia de garrapatas del género *R. microplus* en estas unidades de producción. Bautista-Martínez et al. (2019) se estudió la caracterización de unidades de producción de bovinos en Gonzales, Tamaulipas, se trabajó con 80 UPB, aplicando encuesta de manera similar, los autores reportaron que la familia se compone de integrantes en total. Su producción es de carne SVB 73% y 27% SDP, sus razas utilizadas fueron Beefmaster en 30% y Charolais en porcentaje similar y en menor porcentaje están Simmental y Brangus, similar al estudio. El hato total reportado en promedio es 19.2 con 17.1 hembras y 2.1 machos, de los cuales los promedios fueron 11.3 vacas adultas, 2.6 vaquillas, 1.8 en desarrollo y 1.2 becerras y también en promedio 0.81 toros, 0.9 toretes y 0.27 becerros, estos resultados fueron similares al presente estudio realizado, aunque con un hato menor, lo cual puede ser debido a la sequía acentuada en la zona que causa desabasto de forraje, el seguimiento de la prevalencia de las garrapatas en estos hatos vulnerables es esencial para el manejo y control de estos parásitos, lo que permite evitar las enfermedades que transmiten. Existen pocos reportes en Tamaulipas sobre los sistemas de producción y la presencia de garrapatas del género *R. microplus* en UPB, al respecto en el municipio de Llera, Tamaulipas Barrón et al., (2023) trabajaron con 80 UPB, los autores mencionan que el 77% maneja un sistema bovinos carne y 33% bovinos doble propósito, ambos en agostadero, el 100% de las UPB controla las garrapatas por varios métodos principalmente el baño de aspersion, solo el 4.3% de las UPB participan en la campaña de control de garrapata, sus resultados concuerdan con el presente estudio en el que la población de *R. microplus* fue mayor en las UPB de SVB, lo cual puede ser debido al manejo que se realiza con los bovinos del SDP, en el que el ganadero está en contacto directamente con el animal constantemente, lo cual facilita el manejo y control de la garrapata.

Conclusión

Las unidades de producción se caracterizan por ser sistema vaca-becerro y sistema doble propósito, con hato promedio de 30 cabezas, las razas se diferencian dependiendo del sistema de producción destacando la Beefmaster para el SVB y la Simbrah en el SDP, en el SVB fue mayor la población de *Rhipicephalus microplus* que en el SDP. Conocer la población de ambos tipos de sistemas de producción contribuye en la toma de decisiones del manejo y control de la garrapata.



Bibliografía

- Barrón-Bravo, O., Avilés-Ruiz, R., Ángel-Sahagún, C., Alcalá-Rico, J., Arispe-Vázquez, J., Garza-Cedillo, R. (2023). Caracterización de unidades de producción familiar de bovinos, Llera, Tamaulipas, México. *Abanico Boletín Técnico*. 2: e2023-23. <https://abanicoacademico.com/abanicoboletintecnico/article/view/115>
- Bautista-Martínez, Y., Herrera-Haro, J. G., Espinosa-García, J. A., Martínez-Castañeda, F. E., Vaquera-Huerta, H., Morales, A., & Aguirre-Guzmán, G. (2019). Caracterización económico-productiva del sistema bovino doble propósito en tres regiones tropicales de México. *Información Técnica Económica Agraria*, 115(2). <https://doi.org/10.12706/itea.2018.028>
- Ebani VV, Mancianti F. 2021. Entomopathogenic fungí and bacteria in a veterinary perspective. *Biology*. 10: (6): 479. <https://doi.org/10.3390/biology10060479>
- Estrada-Peña, A., 2015. ARACHNIDA, C. Orden Ixodida: Las garrapatas. *Revista IDE@ - SEA*, nº 13 (30-06-2015): 1–15. http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_13.pdf
- Nath, S., Mandal, S., Pal, S., Jadhao, S., Ottalwar, N., Sanyal, P. 2018. Impact and management of acaricide resistance-pertaining to sustainable control of ticks. *International Journal of Livestock Research*. 8 (10): 46-60. <https://doi.org/10.5455/ijlr.20180402121612>
- Rodríguez-Vivas RI, Rosado-Aguilar JA, Ojeda-Chi MM, Pérez-Cogollo LC, Trinidad-Martínez I, Bolio-González ME., 2014. Control integrado de garrapatas en la ganadería bovina. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*. 1 (3): 295-308. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282014000300009&lng=es&tlng=es.
- Strydom T, Lavan RP, Torres S, Heaney K. 2023. The economic impact of parasitism from nematodes, trematodes and ticks on beef cattle production. *Animals*. 13 (10): 1599. <https://doi.org/10.3390/ani13101599>
- Showler AT, Saelao P. 2022. Integrative alternative tactics for ixodid control. *Insects*. 13 (3): 302. <https://doi.org/10.3390/insects13030302>
- Stafford KC, Williams SC, Molaei G. 2017. Integrated pest management in controlling ticks and tick-associated diseases. *Journal of Integrated Pest Management*. 8 (1): 28. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmx018>



2025-48-VET

Calidad sanitaria del ceviche de pescado que se expende en la ciudad de Compostela Nayarit

Fidel Avila ramos¹, Mauricio Arredondo Castro¹, Fernando Borrayo Gonzalez², Carlos Omar de la Cruz², Sergio Martínez González², Carlos Alfredo Carmona Gasca²

¹Campus Irapuato-Salamanca, División de Ciencias de la Vida, Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Guanajuato, Ex Hacienda El Copal Km. 9, Carretera Irapuato-Silao, Irapuato Guanajuato, México C.P. 36500. ²Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit, Km 3.5 Carretera Compostela – Chapalilla, Compostela, Nayarit, México CP 63700. carmonagasca@uan.edu.mx.

Antecedentes

El pescado juega un papel importante en la dieta humana y se observa un aumento en el consumo de pescado per cápita en todo el mundo. Sin embargo, Es bien sabido que el pescado y los productos pesqueros a menudo se asocian con enfermedades humanas. El ceviche es un platillo de uso común en los países de América Latina, compuesto por pescado crudo o mariscos marinos con jugo de limón o lima y varios condimentos. También es considerado un alimento de amplio consumo popular de bajo costo y preparado con alimentos sumamente perecederos. Al ser un plato que no sufre un proceso de cocción puede representar un riesgo para la salud pública, razón por la que esta investigación tuvo como objetivo determinar la calidad microbiológica del ceviche de pescado comercializado en el Municipio de Compostela, Nayarit. Es de suponer que, debido a la composición nutricional, preparación, almacenamiento y venta, los ceviches presentan cargas bacterianas y que ellos pueden tener cargas microbianas que acuerdo a la normatividad mexicana, no sean aptos para el consumo humano. Por lo anterior la presente propuesta evaluó si los seviches comercializados en la ciudad de Compostela cumplen con la cantidad de enterobacterias máxima aceptable. Para ello se realizó un el conteo de enterobacterias coliformes, no coliformes y enterobacterias totales en placa en todas las cevicherías encontradas. Se muestrearon un total de 19 cevicherías que, de acuerdo a la normatividad mexicana, de las cuales el 26.31 (5) de ellas se encuentran dentro de los valores permitidos de bacterias coliformes totales pero ninguna muestra se encuentra dentro de la cantidad de enterobacterias permitidas. Por lo anterior se concluye que ninguna de las muestras de ceviche que se expende en Compostela es apta para el consumo humano.

Material y método

Se encontraron 19 establecimientos de venta de ceviche en el centro de Compostela, las 19 muestras de ceviche fueron obtenidas tal y como se venden al público y se



transportaron al Laboratorio de biología funcional para su para su análisis. Las muestras se procesaron de acuerdo a la NORMA Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994 y la NORMA Oficial Mexicana NOM-110-SSA1-1994, a partir pesar 1g de ceviche se realizaron tres series de dilución, la muestra se vertió en un -1), se retiró 1 ml del tubo con una pipeta estéril y se transfirió a un tubo de ensayo con 9 ml de solución salina obteniendo la segunda dilución (10-2), se homogenizó la dilución pipeteando diez veces la muestra y así sucesivamente hasta llegar a la tercera dilución (10⁻³).

Para la determinación cuantitativa de Aerobios Mesófilos Totales Se utilizó el método de Recuento en Placa (UFC/g). Después de haber realizado la preparación de las diluciones, se procedió a pipetear 1 ml a partir de dilución 10-2 , 10-3 , 10-4 , en duplicado (dos Placas Petri estériles alícuotas por cada dilución de la muestra), posteriormente se vertió 15 ml del Agar Recuento en cada Placa Petri, se dejó enfriar el agar a temperatura ambiente mediante movimientos de vaivén y rotación de las Placas Petri, finalmente se procedió a invertir las placas e incubarlas a 35.5 °C durante 24 horas. Para el control de esterilidad se adicionó una placa Petri sin inocular.

Se analizaron los resultados de las muestras con un intervalo de 30 y 200 colonias considerando solo las Placas Petri que se encuentran dentro del intervalo, se procedió a calcular las UFC/g aplicando la fórmula:

MEDIA DEL NÚMERO DE COLONIAS DE PLACAS DUPICADAS x FACTOR DE DILUCIÓN x VOLUMEN INOCULADO EN LA PLACA = UFC/g

Los datos obtenidos han sido obtenidos en una matriz de sistematización de datos, posteriormente se procedió al procesamiento con el programa de Microsoft Excel. 3.4. Análisis Estadístico: Se usó el paquete estadístico para distribución de porcentuales para expresar la contaminación bacteriológica.

Resultados

Se tomaron 19 muestras de ceviche de pescado de establecimientos que tenían venta de mariscos, y se obtuvieron los resultados mostrados en la **Tabla 1**.

Al evaluar la cantidad de microorganismos de manipulación se encontró que la gran mayoría de cevicherías no cumplen con las condiciones sanitarias adecuadas, en cuanto a los hábitos del manipulador se halló que el 78.94% de las personas no se lava las manos antes de tener contacto con los alimentos, y el 79% toca el dinero, además solo el 58% mantiene refrigerado el ceviche, lo cual promueve el crecimiento bacteriano, tal como se muestra en los resultados.

Discusión

La NORMA Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa Al evaluar la cantidad de



microorganismos, se encontró que la gran mayoría de cevicherías no cumplen con las condiciones sanitarias adecuadas, en cuanto a los hábitos del manipulador se halló que el 78.94% de las personas no se lava las manos antes de tener contacto con los alimentos, y el 79% toca el dinero, además solo el 58% mantiene refrigerado el ceviche, lo cual promueve el crecimiento bacteriano, tal como se muestra en los resultados, ya que en la mayoría de los establecimientos se encontraron bacterias por encima del límite permisible.

Tabla 1: Muestra el número de bacterias, fermentadoras, no fermentadoras y enterobacterias que se encontraron en el ceviche de pescado procedentes de los diferentes establecimientos.

ESTABLECIMIENTO	FERMENTADORAS UFC	NO FERMENTADORAS UFC	ENTEROBACTERIAS UFC
1	35,000	15,500	50,500
2	7,550	1,050	8,600
3	72,500	11,500	84,000
4	1,400	1,600	3,000
5	815	660	1,475
6	7,500	39,000	46,500
7	1,000	40,500	41,500
8	500	104,000	104,500
9	42,000	4,000	46,000
10	91,000	94,500	185,500
11	0	56,000	56,000
12	0	828,000	828,000
13	1,500	76,500	78,000
14	500	345,500	346,000
15	0	34,000	34,000
16	5,500	67,000	72,500
17	0	71,500	71,500
18	1,000	62,000	63,000
19		175,500	175,500
Promedio	2,115	207,467	205,351

Los resultados indican una contaminación bacteriana en el ceviche de pescado, la cual supone el mal manejo de los alimentos o por contaminación cruzada con cualquier otro insumo u objeto como el manejo de dinero, así como que carecen de las medidas sanitarias mínimas, tales como el lavado de manos, uso de mandil y cubre bocas. Estas características, como cumplir con las medidas sanitarias, tal como el lavado de manos es de suma importancia. Los microorganismos patógenos que afectan a los animales y al ser humano también afectan las características del ceviche y la vida de anaquel del mismo por lo que es importante hacer conciencia en que para



comercializar ceviche se debe generar conciencia con las normas sanitarias en cuanto manejo de los utensilios y almacenamiento de los productos alimentarios, así como de la higiene personal y de la limpieza del área de preparación de los mismos, siendo todo lo anterior importante para la inocuidad de los alimentos.

Referencias

- Urquilla, E. F. R. T., de la Cruz-Leyva, M. C., Rodríguez-Blanco, L., & González-de la Cruz, J. U. Calidad microbiológica de la mojarra pinta *Parachromis managuensis*, tenguayaca *Petenia splendida* y el pejelagarto *Atractosteus tropicus* capturados en el río usumacinta, México. *Perspectivas de las ciencias: un espacio multidisciplinario*, 9.
- da Silva, F. N., da Silva, H. L. A., & Batista, L. C. D. S. O. (2020). Ocorrência de parasitas em filé de merluza (*Merluccius* sp.): Revisão. *Pubvet*, 15, 208.
- Contreras-Soto, M. B., Medrano-Félix, J. A., Ibarra-Rodríguez, J. R., Martínez-Urtaza, J., Chaidez, Q. C., & Castro-del Campo, N. (2019). The last 50 years of Salmonella in Mexico: Sources of isolation and factors that influence its prevalence and diversity. *Revista bio ciencias*, 6(SPE).
- Cortés-Sánchez, A. D. J., Díaz-Ramírez, M., Torres-Ochoa, E., Espinosa-Chaurand, L. D., Rayas-Amor, A. A., Cruz-Monterrosa, R. G., ... & Salgado-Cruz, M. D. L. P. (2024). Processing, Quality and Elemental Safety of Fish. *Applied Sciences*, 14(7), 2903.



2025-49-VET

Prevalencia de la leptospirosis en bovina en Nayarit México

Castillo Sánchez Luz Olivia¹, Alejandro de la Peña Moctezuma¹, Gerardo Uriel Bautista Trujillo², Carlos Enrique Ibarra Martínez², Sergio Martínez González³, Carlos Alfredo Carmona Gasca³

¹Grupo de investigación en Leptospira y leptospirosis, Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Animal en Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Tequisquiapan 76795, México. ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Campus II, Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla-Gutiérrez, Chiapas, México. ³Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit, Km 3.5 Carretera Compostela – Chapalilla, Compostela, Nayarit, México CP 63700. carmonagasca@uan.edu.mx.

Antecedentes

La leptospirosis es una enfermedad zoonótica de gran impacto en la salud pública a nivel mundial. Es causada por bacterias patógenas pertenecientes al género *Leptospira*, que afecta a los seres humanos y a casi todas las especies de mamíferos tanto silvestres como domésticos, siendo los roedores los principales reservorios de leptospirosis, excretándolas en la orina durante años. Está presente en todos los continentes excepto en la Antártida, con más de 200 serovariedades (Adler, 2014).

A nivel nacional son pocos los estudios realizados que proporcionen información completa y suficiente para tener una visión retrospectiva de la enfermedad y los estudios serológicos realizados identifican diferentes prevalencias a las serovariedades mayormente encontradas: Hardjo, Wolffi, Tarassovi. Pero al no haber estudios en Nayarit, las serovariedades que afectan a los bovinos, aun son desconocidas. Cuando se requiere analizar información reciente sobre la frecuencia de leptospirosis en México, no se cuenta con un estudio que implique gran parte del territorio nacional para determinar la prevalencia real en las poblaciones animales y solamente se dispone de estudios serológicos aislados y en muy pocos casos el aislamiento bacteriológico para determinar las serovariedades presentes más frecuentes (Carmona-Gasca *et al.*, 2011).

En el estado de Nayarit la ganadería es la actividad económica más importante en el sector pecuario. En otros trabajos en el país y en el mundo siempre se ha diagnosticado leptospirosis. La leptospirosis bovina tiene repercusión económica por la baja en producción, problemas reproductivos y muerte de animales para engorda (Levett *et al.*, 2007). Es una enfermedad de lugares tropicales y relacionada con desastres naturales principalmente inundaciones, como tormentas tropicales y huracanes como Kena y recientemente el huracán Willa en 2018 que impactaron en Nayarit entre otros. Por lo que es necesario realizar un estudio diagnóstico en todo el estado de Nayarit. Hasta



donde sabemos, no se han hecho estudios de leptospirosis en bovinos, por lo que en el presente estudio se describe la seroprevalencia de leptospirosis bovina en diferentes regiones del estado de Nayarit.

Material y métodos

La prevalencia reportada por serología en trabajos realizados en diferentes regiones geográficas de México tiende a mostrar una variación desde un 16 a un 66% (Chávez, 2006), considerando esta última observación, el número estimado de muestras a recolectar fue en relación al número de bovinos que existe en el censo agropecuario INEGI 2007, y así se determinó utilizarlo como criterio para calcular el tamaño de la muestra. Se realizó la extracción sanguínea de la vena del pliegue caudal ventral de los bovinos para obtener 416 sueros se realizó la dilución del suero problema, se preparó con solución amortiguadora de fosfatos (SAF) y en tubos de plástico de 1.5 de volumen. Se utilizan diluciones de suero en la dilución 1:25 (40 μ L de suero diluido en 960 μ L de SAF). Se utilizaron 12 cultivos internacionales de referencia de *Leptospira* usados como antígeno cultivadas en medio de Stuart líquido.

Se realizó la aglutinación microscópica (AM) está es una técnica mediante la cual se pone de manifiesto la presencia de anticuerpos anti-*Leptospira* en el suero del animal. Consiste en enfrentar diluciones del suero a una batería de cepas mantenidas en cultivo, representativas de las principales serovariedades circulantes en una determinada región. Los resultados obtenidos en este trabajo epidemiológico se analizaron mediante la prueba de Kruskal-Wallis, ajustados por Bonferroni y el software que se utilizó para para analizar los datos fue XLSTAT versión 2018.

Resultados

Se procesaron 416 muestras de las cuales la prevalencia general fue de 355 muestras positivas que significan el 85.33% y la negatividad general fue de 61 muestras o el 14.66%. El porcentaje de positividad relativa de las diferentes serovariedades fueron los siguientes: Autumnalis 3.1%, Ballum 27.6%, Bataviae 4.5%, Bratislava 33.6%, Canicola 10.5%, Grippotyphosa 11.5%, Hardjoprajitno 44.2%, Icterohaemorrhagiae 43.5%, Mini 34.1%, Pomona 6.7%, Pyrogenes 2.4%, Tarassovi 4.8% (Figura 1).

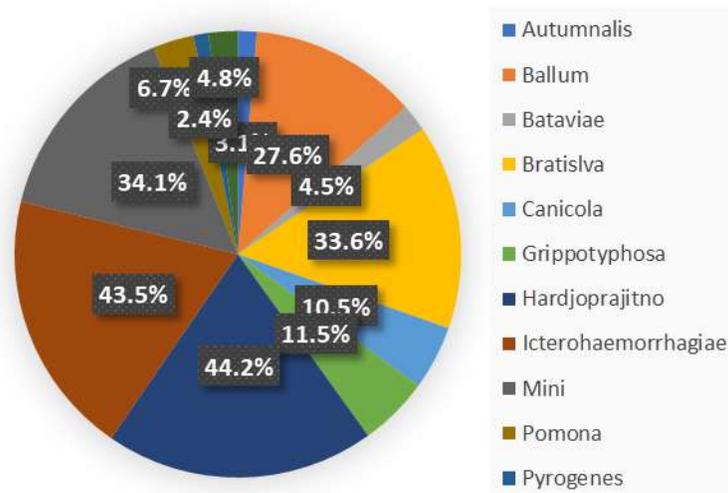


Figura 1. Porcentaje relativo de positividad de cada serovariedad.

Discusión

El diagnóstico de la leptospirosis es complicado, debido principalmente a las características intrínsecas de las leptospiras y a la epidemiología de la enfermedad. Si se considera que es una enfermedad zoonótica de distribución mundial, que provoca grandes pérdidas económicas en la ganadería al producir abortos, partos prematuros, disminución de la producción láctea, e infertilidad, ya que comúnmente los animales no presentan signos clínicos específicos, ni lesiones apreciables en la canal, hace necesario realizar el diagnóstico definitivo por pruebas de laboratorio (Otaka *et al.*, 2013). En el suroeste de Uganda, sueros recolectados durante un período de 4 años provenientes varios lugares, se encontró una positividad de seroprevalencia de Hardjo del 29.35% en bovinos (Atherstone *et al.*, 2014). Datos que se encuentran por debajo del 44.2% obtenidos en Nayarit.

La alta prevalencia de anticuerpos contra *L. interrogans* de áreas rurales de Colombia en especial de la región de la Ciénaga de Oro son endémicas donde el ganado puede actuar como portador renal y contaminar las fuentes de agua. En este estudio, el tamaño de la muestra fue de 325 vacas en edad reproductiva. Las muestras se enfrentaron 11 serovariedades. La seroprevalencia de la leptospirosis fue de 70.0% en el ganado, las serovariedades con más casos de positivos fueron: Hardjo 58.2%, Saxkoebing 38.4%, Tarassovi 36.8%, Grippytyphosa 30.2%, Bratislava 18.6% y Pomona 14.9%. En este trabajo no se utilizó la serovariedad Saxkoebing por ser del serogrupo Serjoe donde también se encuentra Hardjo (Ensuncho-Hoyos *et al.*, 2017). Pero al igual que en el presente trabajo, reporta a las serovariedades Hardjo, Tarassovi,



Grippotyphosa, Bratislava y Pomona como las más importantes. En el estado de Santa Catarina (Brasil) un total de 80 vacas el 6.44% fueron positivas a la MAT las serovariedades identificadas fueron: Pomona 3.2%, Sejroe 3.1% e Icterohaemorrhagiae 0.6%. Fueron identificados como factores asociados a la positividad serológica el acceso de los perros a la pastura, la exposición del alimento a los roedores incrementan la posibilidad de la infección por *Leptospira* (Favero *et al.*, 2017).

Especies circulantes de *Leptospira* identificadas en el ganado de la Amazonia brasileña. El presente estudio tuvo como objetivo detectar los serogrupos más prevalentes y las especies de *Leptospira* circulantes en vacas de la Amazonia brasileña. Las pruebas utilizadas fueron la prueba de aglutinación microscópica (MAT), La frecuencia de vacas reactivas con MAT fue de 46.6% (97/208) con títulos que iban de 100 a 3,200, siendo el serogrupo de Sejroe el más prevalente (Guedes *et al.*, 2019).

En la Provincia de Kerman, irán el 17.36% de las muestras fueron positivas donde la serovariedad Pomona fue la serovariedad más prevalente (Khalili *et al.*, 2014) e igual que el presente estudio la serovariedad Icterohaemorrhagiae fue la segunda serovariedad en importancia.

El presente estudio muestra nuevamente desde el punto serológico, la existencia de serovariedades de *Leptospira* en el ganado bovino en la región nayarita. Las serovariedades Mini, Icterohaemorrhagiae y Ballum no son usualmente consideradas en los estudios serológicos ni en los esquemas de inmunización anti-*Leptospira* específicos para bovinos. Los resultados del presente estudio apoyan la tesis de que es necesario invertir esfuerzos para obtener el aislamiento e identificación de *Leptospira*, como la evidencia firme de la existencia de las serovariedades asociadas a infección en animales, y no conformarnos simplemente con los resultados de los estudios serológicos, como se ha hecho tradicionalmente (Carmona-Gasca *et al.*, 2011).

La herramienta de diagnóstico estándar (MAT) se recomienda para rebaños, pero no para diagnósticos individuales. El objetivo de este estudio fue evaluar la respuesta humoral de los bovinos frente a sus propios aislamientos recuperados. Un total de 25 bovinos de los cuales se recuperaron las leptospiras, fueron analizados por MAT contra cepas de referencia y sus propios aislados. Solo tres vacas 12% presentaron serorreactividad contra sus propios aislamientos. Este estudio demuestra que el ganado puede no reaccionar contra sus propios aislamientos y resalta la importancia de interpretar los resultados negativos serológicos con precaución (Lilenbaum *et al.*, 2017).

La positividad general fue de 355 muestras que significan el 85.33 % donde la serovariedad más común fue Hardjoprajitno con títulos de 1:51,200 presentándose con mayor positividad en vacas de desecho. La enfermedad de leptospirosis está



presente en el estado de Nayarit, tiene una prevalencia más alta en comparación a la reportada a nivel nacional, no hay diferencias estadísticas de positividad por regiones productivas, genotipos, aptitud zootécnica, o sexo de bovinos, pero la edad en la que se presenta la mayor positividad es en vacas de desecho.

Conclusiones

La serovariedad más común en el estado de Nayarit fue Hardjoprajitno y su título más alto obtenido en el hato nayarita es 1:51,200. La positividad general de incidencia de leptospirosis se distribuye de igual manera en todas las regiones productivas del estado de Nayarit. Los resultados sugieren que la leptospirosis al ser encontrada en bovinos, es una zoonosis de importancia para ser estudiada en otras especies animales, en el ambiente y en salud pública.

Referencias

- Adler, B. (2014). Pathogenesis of leptospirosis: cellular and molecular aspects. [Research Support, Non-U.S. Gov't Review]. *Vet Microbiol*, 172(3-4), 353-358. doi: 10.1016/j.vetmic.2014.06.015
- Atherstone, C., Picozzi, K., & Kalema-Zikusoka, G. (2014). Seroprevalence of *Leptospira hardjo* in cattle and African buffalos in southwestern Uganda. *Am J Trop Med Hyg*, 90(2), 288-290. doi: 10.4269/ajtmh.13-0466
- Carmona-Gasca, C. A., León Lara, L., Castillo-Sánchez, L. O., Ramírez-Ortega, J. M., Ko, A., Luna Palomera, C., & Peña-Moctezuma, A. d. I. (2011). Detección de *Leptospira santarosai* y *L. kirschneri* en bovinos: nuevos aislados con potencial impacto en producción bovina y salud pública. *Veterinaria México*, 42, 277-288.
- Chávez, T. (2006). Análisis de los resultados obtenidos en el diagnóstico serológico de leptospirosis en animales, de 1989 a 2004 en el departamento de microbiología e inmunología, FMVZ. UNAM. Licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico DF.
- Ensuncho-Hoyos, C., Rodriguez-Rodriguez, V., Perez-Doria, A., Vergara, O., & Calderon-Rangel, A. (2017). Epidemiology behavior of leptospirosis in Ciénaga de Oro, Córdoba (Colombia). *Trop Anim Health Prod*, 49(7), 1345-1351. doi: 10.1007/s11250-017-1332-6
- Favero, J. F., de Araujo, H. L., Lilenbaum, W., Machado, G., Tonin, A. A., Baldissera, M. D., Da Silva, A. S. (2017). Bovine leptospirosis: Prevalence, associated risk factors for infection and their cause-effect relation. *Microb Pathog*, 107, 149-154. doi: 10.1016/j.micpath.2017.03.032
- Guedes, I. B., Araujo, S. A. A., de Souza, G. O., de Souza Silva, S. O., Taniwaki, S. A., Cortez, A., Heinemann, M. B. (2019). Circulating *Leptospira* species identified in cattle



-
- of the Brazilian Amazon. *Acta Trop*, 191, 212-216. doi: 10.1016/j.actatropica.2019.01.011
- Khalili, M., Sakhaee, E., Aflatoonian, M. R., Abdollahpour, G., Tabrizi, S. S., Damaneh, E. M., & Hossini-Nasab, S. (2014). Seroprevalence of bovine leptospiral antibodies by microscopic agglutination test in Southeast of Iran. *Asian Pac J Trop Biomed*, 4(5), 354-357. doi: 10.12980/APJTB.4.2014C1206
- Levett, P. N. (2007). Sequence-based typing of *Leptospira*: epidemiology in the genomic era. *PLoS Negl Trop Dis*, 1(2), e120. doi: 10.1371/journal.pntd.0000120
- Libonati, H., Pinto, P. S., & Lilenbaum, W. (2017). Seronegativity of bovines face to their own recovered leptospiral isolates. *Microb Pathog*, 108, 101-103. doi: 10.1016/j.micpath.2017.05.001.
- Otaka, D., Penna, B., Martins, G., Hamond, C., Lilenbaum, W., & Medeiros, M. A. (2013). Rapid diagnostic of leptospirosis in an aborted bovine fetus by PCR in Rio de Janeiro, Brazil. [Letter]. *Vet Microbiol*, 162(2-4), 1001-1002. doi: 10.1016/j.vetmic.2012.11.037.



2025-50-VET

Las heces de perros domésticos, un problema de salud pública en un fraccionamiento

Orozco Benítez María Guadalupe¹, Murray Núñez Rafael², Nájera González Oyolsi², Fernando Flores Vilches², Susana Marceleno Flores², Murray Orozco Alethia Aramara³

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia mgorozco@uan.edu.mx. ²Secretaria de investigación y posgrado, Universidad Autónoma de Nayarit. ³Estudiante de la maestría en Salud Pública. ramurray@uan.edu.mx, oyolsi@uan.edu.mx, alemurraydm@gmail.com, Susana.marceleno@uan.edu.mx, viches@uan.edu.mx y mgorozco@uan.edu.mx

Resumen

En México y en el mundo se han reportado en heces caninas 19 géneros de parásitos entéricos y uno respiratorio, que tienen potencial zoonótico, el fecalismo canino representa un problema de salud pública en los fraccionamientos, debido al riesgo de transmisión de parásitos de riesgo zoonótico. Las heces de los perros son fuente de contaminación ambiental. Las especies de parásitos zoonóticas más reportadas son *Ancylostoma caninum* y *Toxocara canis*. Lo anterior plantea problemas sanitarios graves que obliga a desarrollar acciones de control puesto que el perro no solo es un animal de compañía, sino que también nos ayuda en diferentes actividades, rescates, detección de drogas, perros de apoyo y tratamientos de pacientes con trastornos emocionales. Objetivo de este trabajo fue analizar la prevalencia e identificar las estructuras parasitarias con potencial zoonótico. El estudio se realizó en el fraccionamiento pueblo nuevo donde viven 1700 personas en 477 unidades habitacionales donde en promedio existen 3.4 perros por vivienda, que se encuentra en la ciudad de Xalisco, Nayarit México. Se analizaron 90 muestras de heces fecales de perros dentro Fraccionamiento, la toma de muestra se realizó de forma aleatoria directamente del piso de heces frescas, Las muestras se analizaron con las técnicas de flotación de Willis y técnica de Mc Master. Resultando que el 59.8% de las muestras fecales analizadas con la técnica de Willis se encontraron huevecillos de *Isospora* (1%), Amebas (7%), *Toxocara canis* (11%), *Trichuris vulpis* (8%), y *Ancylostoma caninum* (70%) otros (3%). Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con Martínez et al., (2011) en un estudio en la Cd. De México; donde se analizaron 200 muestras de materia fecal.; y con Chávez et al., (2012), en Zacatecas examinaron 163 muestras fecales de caninos y obtuvieron *Ancylostoma caninum*, 55.22%; *Toxocara canis*, 13.93%. Llegando a la conclusión que los parásitos gastrointestinales se encuentran ampliamente diseminados en la población canina que vive en la UAN. Siendo un problema de salud publica pues los alumnos alimentan a los perros pero no son responsables de vacunarlos, desparasitarlos y hacer un control de esterilización se



encontraron estructuras parasitarias de *Ancylostoma caninum* y *Toxocara canis*.
considerados de riesgo zoonótico.

Referencias

Martínez B.J, Gutiérrez C.E, Aguilar V.E, Pimienta L.J, Shea M. (2011). Frecuencia de
geohelminthos en canes domiciliados de siete delegaciones de la ciudad de México. Cd.
De México. Redalyc Vol.42 N°1 Pág. 83-91.



2025-51-VET

Estudio cuantitativo y cualitativo de bacterias asociadas al ciego de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) raza azteca negro.

Borrayo González Juan José Fernando, De la Cruz Moreno Carlos Omar, Mariscal Macías Gisela Lizeth, Peña Parra J. Bladimir, Aguilar González Karla Yabet, Carmona Gasca Carlos Alfredo.

Universidad Autónoma de Nayarit. fernando.borrayo@uan.edu.mx, carlosdelacruz@uan.edu.mx, 19013736@uan.edu.mx, jbladimir@uan.edu.mx, yabet.glez@outlook.es, carmonagasca@uan.edu.mx.

Resumen

La raza de conejos Azteca Negro es ampliamente utilizada en los conejares, siendo desarrollada en el Bajío mexicano para la producción de carne y por sus estándares, ha demostrado ser competitiva con otras razas introducidas en México. No hay estudios que describan la comunidad microbiana del aparato digestivo específicos en esta especie. El microbioma intestinal y en especial del ciego, juega un papel importante en la reutilización de nutrientes mediado por la cecotrofia, pero también ésta, es una práctica que recircula las comunidades de microorganismos al ser fagocitados con los cecótrofos y llegan nuevamente al aparato digestivo. Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue realizar un estudio cuantitativo y cualitativo de los microorganismos aislados derivado de un examen bacteriológico general. Se aislaron un total de 18 diferentes microorganismos todos procariontes, el número total de cada una de ellas, donde refleja su abundancia en el ciego de los conejos. Entre los microorganismos identificados se encuentran: *Yersinia pseudotuberculosis*, *Enterobacter*, *Klebsiella pneumoniae*, *Shigella flexneri*, *Yersinia intestinalis*, *Citrobacter amanonaticus*, *Kluyvera ascorbata*, *Proteus penneri*, *Enterobacter aerogenes*, *Kluyvera giorgiana*, *Edwardsiella tarda*, *E. coli*, *Enterococcus*, *Butiaxella agrastis*, *Enterobacter dissolvens*, y finalmente *Salmonella*. Los resultados indican que los microorganismos que prevalecen en la cuenta de mesófilos totales y enterobacterias son patógenos para el hombre y los animales, todas ellas presentes en el ciego de los conejos Azteca Negro.

Referencias

- Abecia, L., Fondevila, M., Balcells, J., Edwards, J.E., Newbold, C.J., McEwan, N.R. (2005). Molecular profiling of bacterial species in the rabbit caecum. *FEMS microbiology letters*, 244: 111-115.
- Bagoné Vántus, V., Kovács, M., Zsolnai, A. (2014). The rabbit caecal microbiota: development, composition and its role in the prevention of digestive diseases –a review on recent literature in the light of molecular genetic methods. *Acta Agraria Kaposváriensis*, 18(1): 55-65.
- Bäuerl, C., Collado, M.C., Zúñiga, M., Blas, E., Pérez, G. (2014). Changes in cecal microbiota and mucosal gene expression revealed new aspects of epizootic rabbit enteropathy. *PLoS One*, 9(8): e105707
- Baxter, A., Blocker, A., Harrington, T., Hearn, D., Nishioka, H., Picking, L. and Picking, D., (2020). IpaD of shigella flexneri is independently required for regulation of ipa protein secretion and efficient insertion of ipab and ipac into host membranes. *Infection and Immunity*. 1, 22.



2025-52-VET

Exposición subaguda y crónica de enrofloxacin para evaluar genotoxicidad y citotoxicidad en un modelo *in vivo* de ratón, mediante la prueba de micronúcleos

Figueroa-Castro Dolza Mitzi¹, Ramos-Ibarra María Luisa¹, Sánchez-Chiprés David Román², Pérez-Vega María Isabel³, Arellano-García María Evarista⁴, Chávez-Mora Ivon Yanine⁵

¹ Laboratorio de Toxicología Genética. Departamento de Salud Pública, División Ciencias Veterinarias, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México. E-mail: dolza.figueroa@alumnos.udg.mx. ² Departamento de Salud Pública, División Ciencias Veterinarias, Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Zapopan, Jalisco, México. ³ Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Vida, Centro Universitario de los Lagos, Universidad de Guadalajara Jalisco, México. ⁴ Laboratorio de Genotoxicología Ambiental, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, 22860, México. ⁵ Departamento de Producción Animal, División Ciencias Veterinarias, Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Zapopan, Jalisco, México.

Resumen

La medicina veterinaria se enfoca en la salud animal y en garantizar la producción de alimentos inocuos y de calidad, a través de buenas prácticas pecuarias y de la vigilancia en la administración de fármacos (Gamboa et al, 2022). La enrofloxacin es utilizada tanto de manera preventiva como terapéutica en las granjas, pero aunque ya existen pruebas *in vitro* que demuestran las interacciones negativas que tiene este compuesto en los cromosomas (Gorla et al., 1998), aún se emplea en las unidades de producción, por lo cual se requieren de estudios que amplíen los datos sobre las dosis que pueden ocasionar daños de forma aguda y crónica con modelos biológicos *in vivo*, como el ratón; dado que es de suma importancia identificar si este compuesto ocasiona genotoxicidad o citotoxicidad, ya que puede llegar a ocasionar mutagenicidad, teratogenicidad y carcinogenicidad (Di Bona & Bakhoun, 2024; Ramos-Ibarra et al., 2020; Torres-Bugarín et al., 2015). El objetivo del presente fue evaluar la genotoxicidad y citotoxicidad de la enrofloxacin en eritrocitos de sangre periférica en un modelo *in vivo* de ratón mediante la prueba de micronúcleos. Se formaron 3 grupos de estudio con ratones adultos: Grupo 1, control negativo (agua inyectable); Grupo 2, control positivo (colchicina); Grupo 3, enrofloxacin (dosis terapéuticas empleadas en cerdos). Se evaluó la genotoxicidad, por medio del conteo de eritrocitos micronucleados (EMN), eritrocitos policromáticos micronucleados (EPCMN) y la citotoxicidad por la proporción de eritrocitos policromáticos (EPC). Los resultados obtenidos mostraron tanto en la parte subaguda como la crónica, elevada genotoxicidad en el grupo de enrofloxacin en comparación con el grupo control, llegando a presentar valores más altos, incluso que los encontrados en el grupo de colchicina. En conclusión, las dosis empleadas de enrofloxacin a corto y largo plazo; provocó elevada genotoxicidad, muy similar a la que se presenta con la colchicina; un potente antimitótico, por lo cual se exhorta a tener precaución con el tiempo de exposición; sobre todo



en animales de producción pecuaria, ya que pone en riesgo la salud de los animales y de su descendencia que terminan siendo empleadas como alimento para los mismos humanos y que se puede traducir en mala calidad del alimento.

Bibliografía

- Anchordoquy, J., Anchordoquy, M., Nikoloff, N., Gambaro, R., Furnus, C., & Soane, A. (2018). Cytotoxic and genotoxic effects induced by enrofloxacin-based antibiotic formulation Floxagen® in two experimental models of bovine cells in vitro: peripheral lymphocytes and cumulus cells. *Environmental Science and Pollution Research volume*.
- Di Bona, M., & Bakhoun, S. F. (2024). Micronuclei and cancer. *Cancer Discovery*, 14(2), 214-226.
- Gorla, N., Garcia, H., & Larripa, I. (1998). Chromosomal aberrations in human lymphocytes exposed in vitro to enrofloxacin and ciprofloxacin. *Toxicology Letters*, 104. [https://doi.org/10.1016/S0378-4274\(98\)00230-6](https://doi.org/10.1016/S0378-4274(98)00230-6)
- Gamboa-Delgado, J., Pacheco-Vega, J. M., Ponce-Campos, P., & Márquez-Reyes, J. M. (2022). Trazabilidad en los productos de origen animal y su papel para desalentar las malas prácticas. *Revista Digital Universitaria*, 23(3).
- Ramos-Ibarra, M. L., Villa-Castellanos, J., Barba-León, J., Flores-Valdez, M., Zavala-Aguirre, L., & Torres Bugarín, O. (2020). Estudio exploratorio de la genotoxicidad de vacunas recombinantes para tuberculosis bovina. *Abanico veterinario*, 10.
- Torres-Bugarín, O., Ramos-Ibarra, M. L., Ruíz, B. S., Flores & G.A., Zavala-Cerna, M. G. (2015). La prueba de micronúcleos: Biomarcador de contaminación genotóxica, mutagénica y/o teratogénica. En *Contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias* (pp. 819-848). UNAM.



2025-53-VET

Factores que afectan la calidad del calostro bovino de primer ordeño: acidificación de las vacas

Karla Rodríguez-Hernández¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental La Laguna, Matamoros, Coahuila, México. rodriguez.karla@inifap.gob.mx

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la asociación entre el pH en orina de vacas durante la etapa de reto y la calidad del calostro del primer ordeño, se realizó un estudio retrospectivo en un establo comercial del sistema intensivo de producción de leche de la Región Lagunera. En total se obtuvieron 117 registros completos. Para el análisis estadístico de la información se empleó un modelo de regresión logística. En cuanto al modelo que sólo incluyó las variables relacionadas con el pH de orina, el mejor modelo fue el que sólo incluyó el pH en orina de la vaca y el promedio de pH en orina en el corral de reto una semana antes del parto. Donde se detectó una tendencia ($P = 0.0899$) para el efecto de pH en orina en reto (entre 6.0 y 6.3). Vacas con pH en orina en reto entre 6.0 y 6.3, tuvieron 2.3 mayor riesgo de producir calostro con calidad $\geq 25\%$ Brix. Se sugiere que para obtener calidades $\geq 25\%$ Brix en el calostro, la meta de pH en orina en vacas en reto alimentadas con dietas que contengan compuestos aniónicos se encuentre entre 6.0 y 6.3. Así mismo, que el tiempo que transcurra entre el parto y el ordeño de calostro sea menor o igual a 6 horas.

Palabras clave: becerras lecheras, salud, bienestar animal

ANTECEDENTES

El calostro es la fuente de inmunoglobulinas que brinda protección ante las enfermedades, además de brindar nutrientes y sustancias que favorecen el crecimiento de las becerras. Asegurar la ingestión de calostro de buena calidad (25% Brix o 80 g/dL de inmunoglobulinas estimadas con calostrómetro) durante la primera hora después del nacimiento es un punto crítico para la salud de las becerras, ya que éstas adquieren anticuerpos contra los patógenos causantes de diarreas y neumonías a través del calostro y mejora sus ganancias de peso (Wells et al., 1996; Rodríguez-Hernández, 2024). Las becerras que reciben cantidades inadecuadas de calostro o que no absorben las inmunoglobulinas disponibles sufren de una alta tasa de morbilidad y mortalidad (DeNise et al., 1989). Es recomendado que, para obtener una adecuada transferencia de la inmunidad pasiva (TIP), las becerras sean alimentadas en la primera toma con calostro en una cantidad equivalente entre el 10 al 12% de su peso vivo (PV),



lo que representa aproximadamente entre 3 y 4 litros de calostro, y que éste sea ofrecido en las primeras 2 horas después del nacimiento (Godden et al., 2019). La calidad del calostro depende de su concentración de anticuerpos o inmunoglobulinas, así como del contenido de patógenos. El calostro se considera de alta calidad cuando tiene una concentración de inmunoglobulinas mayor a 50 g/dl (McGuirk y Collins, 2004).

Hay una variedad de factores relacionados con la nutrición que influyen en la cantidad y la calidad del calostro que produce cada vaca (Westhoff et al., 2024). Durante el periodo seco (60 días preparto), específicamente durante lo que se conoce como reto (últimos 21 días de gestación) entre las estrategias para mejorar la salud posparto y la producción de leche de las vacas, se encuentra la administración de compuestos aniónicos para modificar la diferencia de los cationes (Na y K) y aniones (Cl y S) en la dieta (DCAD). Esta estrategia tiene como objetivo principal prevenir la fiebre de leche y la hipocalcemia subclínica (Westhoff et al., 2023), mediante la alimentación de un exceso de aniones (DCAD negativo) ocasionando una acidosis metabólica leve, lo que incrementa la resorción de Ca en el hueso, así como la activación de la vitamina D, lo que incrementa el Ca en la sangre y mejora la absorción de Ca proveniente de la ración, respectivamente. Los cambios en el DCAD se ven reflejados en el pH de la orina entre 48 y 72 h posteriores, por lo que la medición de este se emplea como indicador de acidosis metabólica y, por lo tanto, para determinar si el manejo de los compuestos aniónicos en la ración es correcto a nivel de establo. Aun así, no existe suficiente información para indicar cuál es el DCAD y pH de orina ideales para prevenir la fiebre de leche y la hipocalcemia subclínica, sin afectar otras cuestiones metabólicas, producción de leche y calostro, y hasta de sus crías (Melendez and Chelikani, 2022).

JUSTIFICACIÓN

El efecto del grado de la acidificación en las vacas medido mediante el pH en orina durante el reto sobre la calidad del calostro aun no es claro, ya que sólo se ha observado una mejor calidad, comparando la calidad del calostro que fueron alimentadas con una dieta DCAD neutra (-30 mEq/ kg de MS) contra las alimentadas con una dieta DCAD ligeramente negativa (-210 mEq/ kg de MS) pero no realizaron mediciones de pH en orina (Diehl et al, 2018). Obtener información al respecto, donde se vea la relación entre el pH de la orina de vacas en el reto y la subsiguiente calidad del calostro que producen al parto, es importante para ayudar a encontrar el mejor rango del indicador de acidificación a nivel de establo.

OBJETIVO

El objetivo del presente estudio fue determinar la asociación entre el pH en orina de vacas durante la etapa de reto y la calidad del calostro del primer ordeño.



METODOLOGÍA

Se realizó un estudio retrospectivo en un establo comercial del sistema intensivo de producción de leche de la Región Lagunera en el municipio de Francisco I. Madero, estado de Coahuila de Zaragoza, México, la cual se encuentra localizada en la región semidesértica del norte de México a una altura sobre el nivel del mar de 1,100 metros, entre los paralelos 26° 17' y 26° 38' de latitud norte; los meridianos 103° 18' y 103° 10' de longitud oeste (INEGI, 2009).

Se colectaron los datos de los reportes semanales de medición de pH en orina del año 2023, así como los de colecta individual de calostro en donde se contó con la siguiente información: identificación del animal, litros de calostro producidos, calidad del calostro en Brix (%), hora de parto y hora de ordeño.

Debido a que el muestreo de pH en orina sólo se realizaba a un grupo de animales una vez por semana, no todas las vacas al momento de la colecta de calostro contaban con una medición de pH en orina. Por lo tanto, en total se obtuvieron 117 registros completos. Para el análisis estadístico de la información se empleó un modelo de regresión logística binomial empleando el programa estadístico R (versión 4.2.0; R Core Team, 2022) usando la función glm y especificando el parámetro family = binomial, donde la variable de respuesta, calidad del calostro medida en porcentaje Brix (Brix) se clasificó como 0 cuando Brix fue menor a 25% y como 1 cuando fue igual o mayor a 25%. Las variables que se incluyeron en el modelo fueron: litros producidos (menor o igual a 3 L = 0, mayor que 3 L = 1), pH en orina de la vaca (menor a 6.0 = 0, entre 6.0 y 6.3 = 1, igual o mayor a 6.4 = 2), días entre la medición de pH y el parto (menor o igual 7 días = 0, mayor a 7 días = 1), horas transcurridas del parto al ordeño de calostro (menor o igual a 6 h = 0, mayor a 6 h = 1) y pH promedio en el corral de reto una semana antes de la fecha de parto (menor a igual a 6 = 0, mayor a 6 = 1). Todas las variables se incluyeron en el modelo y fueron eliminándose hacia atrás usando la función "anova(modelo1, modelo2)". Los intervalos de confianza se calcularon usando la función confint, y para obtener lo razón de momios (OR) los coeficientes se elevaron al cuadrado. Adicionalmente, se corrió un modelo con las variables relacionadas con el pH: pH en orina, días entre la medición de pH y el parto y el pH promedio del corral de reto.

RESULTADOS

El mejor modelo fue el que consideró la cantidad de litros producidos, el pH en orina de la vaca, las horas transcurridas entre el parto y el ordeño, y el promedio de pH en orina en el corral de reto una semana antes del parto. Donde el efecto de la cantidad de litros producidos (> 3 L) y las horas transcurridas entre el parto y el ordeño (≤ 6 h) fueron



significativos ($P = 0.0072$ y $P = 0.0085$, respectivamente). En el Cuadro 1, se presentan los resultados del modelo de regresión logística para las variables asociadas a la calidad del calostro medida en porcentaje Brix. Una producción de litros de calostro mayor a 3 L disminuye el riesgo ($OR = 0.30$) de obtener calostro de calidad $\geq 25\%$ Brix

Cuadro 1. Resultados del modelo de regresión logística para las variables asociadas con el riesgo de que la calidad del calostro ($n = 117$) sea \geq a 25% Brix

Variable	OR	IC 95%	Valor de P
Intercepto	0.17	(0.0003 – 80.16)	0.5701
Litros ($> 3 L$)	0.30	(0.12 – 0.71)	0.0072
pH en orina en reto (entre 6.0 y 6.3)	1.80	(0.64 – 5.23)	0.2660
pH en orina en reto (≥ 6.4)	0.85	(0.30 – 2.32)	0.7519
Horas del parto al ordeño ($\leq 6.0 h$)	0.91	(0.85 – 0.97)	0.0085
pH corral de reto una semana antes del parto (≤ 6)	1.64	(0.57 – 4.83)	0.3593

En cuanto al modelo que sólo incluyó las variables relacionadas con el pH de orina, el mejor modelo fue el que sólo incluyó el pH en orina de la vaca y el promedio de pH en orina en el corral de reto una semana antes del parto. Donde se detectó una tendencia ($P = 0.0899$) para el efecto de pH en orina en reto (entre 6.0 y 6.3). En el Cuadro 2, se presentan los resultados del modelo de regresión logística para las variables de pH en orina asociadas a la calidad del calostro medida en porcentaje Brix. Vacas con pH en orina en reto entre 6.0 y 6.3, tuvieron 2.3 mayor riesgo de producir calostro con calidad $\geq 25\%$ Brix.



Cuadro 2. Resultados del modelo de regresión logística para las variables de pH en orina asociadas con el riesgo de que la calidad del calostro (n = 117) sea \geq a 25% Brix

Variable	OR	IC 95%	Valor de P
Intercepto	0.45	(0.0001 – 140.31)	0.7846
pH en orina en reto (entre 6.0 y 6.3)	2.30	(0.89 – 6.19)	0.0899
pH en orina en reto (\geq 6.4)	0.97	(0.37 – 2.52)	0.9504
pH corral de reto una semana antes del parto (\leq 6)	1.07	(0.40 – 2.84)	0.8852

DISCUSIÓN

El efecto de la cantidad de litros de calostro producidos, así como el número de horas transcurridas entre el parto y el ordeño sobre la calidad del calostro, son efectos ya conocidos y bien documentados, en donde de manera general se sabe que entre mayor sea la cantidad de calostro producido y con un aumento en el tiempo entre el parto y el ordeño la concentración de anticuerpos se diluye (Westhoff et al., 2024).

En el presente estudio, aunque lo que se detectó fue una tendencia del efecto positivo del pH en orina entre 6.0 y 6.3 sobre la calidad del calostro, y no se cuenta con los valores de DCAD de la dieta que esas vacas consumieron durante el reto; es posible sugerir que este rango de pH en orina sea adecuado para establecerse como objetivo en establos lecheros. Al respecto, Melendez y Chelikani (2022) mencionan que alimentar a las vacas en reto con dietas DCAD más allá de -100 mEq/kg de MS y que disminuyan el pH en orina por debajo de 6.0, puede afectar el consumo de materia seca, la respuesta a insulina y la movilización de grasa de las vacas, por lo que sugieren que el rango ideal de pH en orina de vacas alimentadas con compuestos aniónicos como estrategia para prevenir la fiebre de leche y la hipocalcemia subclínica se encuentra entre 6.0 y 7.0.

CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados del presente estudio, y aunque se requiere realizar mayor investigación al respecto, se sugiere que para obtener calidades \geq 25% Brix en el calostro, la meta de pH en orina en vacas en reto alimentadas con dietas que



contengan compuestos aniónicos se encuentre entre 6.0 y 6.3. Así mismo, que el tiempo que transcurra entre el parto y el ordeño de calostro sea menor o igual a 6 horas.

Fuente financiera: INIFAP proyectos propios SIGI 1525437070 “San Carlos, Asesoría para la mejora del proceso de crianza de becerras y vaquillas”. Se agradece al Establo “San Carlos” por las facilidades brindadas para la obtención de los datos.

BIBLIOGRAFÍA

- DeNise, S.K., J.D. Robinson, G.H. Stott, and D.V. Armstrong. 1989. Effects of passive immunity on subsequent production in dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 72: 552-554.
- Diehl, A. L., J. K. Bernard, S. Tao, T. N. Smith, T. Marins, D. J. Kirk, D. J. McLean, and J. D. Chapman. 2018. Short communication: Blood mineral and gas concentrations of calves born to cows fed prepartum diets differing in dietary cation-anion difference and calcium concentration. *J. Dairy Sci.* 101: 9048-9051.
- Godden, S. M., J. E. Lombard, and A. R. Woolums. 2019. Colostrum management for dairy calves. *Vet Clin Food Anim.* 35:535-556.
- INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Francisco I. Madero, Coahuila de Zaragoza. Clave geoestadística 05009.
- McGuirk, S. M, y M. Collins. 2004. Managing the production, storage and delivery of colostrum. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 20(3):593-603.
- Melendez, P., and P. K. Chelikani. 2022. Review: Dietary cation-anion difference to prevent hypocalcemia with emphasis on over-acidification in prepartum dairy cows. *Animal* 16: 100645.
- Moore, M., Tyler, J.W., Chigerwe, M., et al. 2005. Effect of delayed colostrum collection on colostrum IgG concentration in dairy cows. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 226(8):1375-1377.
- Rodríguez-Hernández, K. 2024. Administrar al menos 10% del peso vivo de calostro de primera calidad en la primera toma mejora la ganancia de peso de becerras que reciben dos tomas de calostro. *Memorias del 22° Congreso Internacional de Médicos Veterinarios Zootecnistas Especialistas en Bovinos de la Comarca Lagunera, MVZ. EPAB. José Soto Torres. 13 al 15 de noviembre, Torreón, Coahuila, México. p. 414 – 418.*
- Wells, S. J., D. A. Dargatz, y S. L. Ott. 1996. Factors associated with mortality to 21 days of life in dairy heifers in the United States. *Prev. Vet. Med.* 29: 9-19.
- Westhoff, T. A., S. Borchardt, and S. Mann. 2024. Invited Review: Nutritional and management factors that influence colostrum production and composition. *J. Dairy Sci.* 107: 4109-4128.



2025-54-VET

Presencia y circulación de agentes zoonóticos bacterianos en mamíferos silvestres de pequeño tamaño del municipio de Villeta, Colombia

Marylin Hidalgo^a, Carlos Ramiro Silva-Ramos^a, Laura Natalia Robayo-Sánchez^b, Jesús Alfredo Cortés-Vecino^b, Héctor E. Ramírez-Chaves^{c,d}, Alejandro Ramírez-Hernández^e

^aGrupo de Enfermedades Infecciosas, Departamento de Microbiología, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. CRS-R cramiro-silva@javeriana.edu.co; MH hidalgo.m@javeriana.edu.co

^bGrupo de Investigación Parasitología Veterinaria, Laboratorio de Parasitología Veterinaria, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C, Colombia. LNR-S lanrobayosa@unal.edu.co; JAC-V jacortesv@unal.edu.co

^cGrupo de Investigación en Genética, Biodiversidad y Manejo de Ecosistemas (GEBIOME), Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia. HER-C hector.ramirez@ucaldas.edu.co ^dCentro de Museos, Museo de Historia Natural, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia. ^eUniversidad de La Salle, Bogotá D.C., Colombia. AR-H alamirez@unisalle.edu.co

Antecedentes: La fiebre es una causa importante de atención clínica en regiones tropicales y es causada por varios patógenos zoonóticos [1]. En Colombia, muchas de estas etiologías no forman parte del sistema nacional de vigilancia, pero existe evidencia de su circulación en el país [2], siete de las cuales tienen etiología bacteriana [1,3,4]. Estos microorganismos circulan naturalmente entre diferentes especies de animales silvestres [5,6], siendo necesario su estudio bajo un enfoque multidisciplinar [7].

Justificación: El municipio de Villeta es una región endémica para varias enfermedades febriles bacterianas de origen zoonótico [8,9]. Sin embargo, a pesar de los estudios realizados, aún no se ha evaluado el papel de la vida silvestre dentro su ciclo eco-epidemiológico a pesar de ser reservorios de varios agentes zoonóticos en otras regiones del país [2].

Objetivo: Estudiar la presencia y circulación de agentes bacterianos relacionados con enfermedades febriles de origen zoonótico en animales silvestres en el municipio de Villeta, Colombia.

Metodología: Se colectaron diferentes órganos y tejidos para extracción de ADN. Se realizó un tamizaje mediante PCR en tiempo real utilizando blancos moleculares ya reportados en literatura científica para *Rickettsia*, *Bartonella*, *Leptospira*, *Borrelia*, *Orientia* y *Coxiella burnetii*. [10-15]. Adicionalmente se realizó un tamizaje serológico para *Rickettsia* y *Orientia* mediante IFI empleando los sueros colectados.



Resultados: Se encontró una frecuencia de infección de 49.4% (38/77) para *Bartonella*, 38.7% (29/75) para *Leptospira*, y 15.6% (12/77) para *Borrelia* mediante PCR en tiempo real. No se ha detectado la presencia de *Rickettsia*, *Orientia* y *C. burnetii* en ninguna de las muestras amplificadas. Respecto a los resultados de serología, se encontró una seropositividad de 22.9% (8/35) y 14.3% (5/35) para *Rickettsia* de los grupos fiebres manchadas y tifo respectivamente con un título de anticuerpos de 1:64. Tampoco se encontraron anticuerpos frente a *Orientia*.

Discusión: Los resultados obtenidos revelan una alta frecuencia de infección frente a *Bartonella* (49.4%) y *Leptospira* (38.7%). La detección de *Borrelia* (15.6%) también sugiere su presencia, aunque en menor frecuencia. En cuanto a la serología, se encontró una baja seropositividad frente a *Rickettsia* (22.9% grupo fiebres manchadas - 14.3% grupo tifo), lo que sugiere una exposición a estas bacterias en menor proporción. No se detectaron infecciones por *Orientia* ni *C. burnetii*, lo sugiere que no se encuentran presentes en la muestra procesada o los métodos empleados no fueron sensibles para su detección. Adicionalmente, la ausencia de anticuerpos contra *Orientia* refuerza la idea de que esta bacteria no juega un papel significativo en la región estudiada.

Conclusión: Se destaca la alta prevalencia de infecciones por *Bartonella* y *Leptospira*, lo que subraya la importancia de los animales silvestres como reservorios de estas bacterias. La seropositividad para *Rickettsia* sugiere que los animales silvestres en la región también cumplen un papel dentro del ciclo eco-epidemiológico de esta bacteria.

Bibliografía

1. Halliday JEB, Carugati M, Snavely ME, Allan KJ, Beamesderfer J, Ladbury GAF, Hoyle DV, Holland P, Crump JA, Cleaveland S, Rubach MP. Zoonotic causes of febrile illness in malaria endemic countries: a systematic review. *Lancet Infect Dis.* 2020;20(2):e27-e37.
2. Silva-Ramos CR, Faccini-Martínez AA, Serna-Rivera CC, Mattar S, Hidalgo M. Etiologies of Zoonotic Tropical Febrile Illnesses That Are Not Part of the Notifiable Diseases in Colombia. *Microorganisms.* 2023;11(9):2154.
3. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Workshop Summary: Prioritizing Zoonotic Diseases for Multisectoral One Health Collaboration in Colombia. CDC Editor. 2023, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases.
4. Moreira J, Bressan CS, Brasil P, Siqueira AM. Epidemiology of acute febrile illness in Latin America. *Clin Microbiol Infect.* 2018;24(8):827-835.
5. Williams ES, Yuill T, Artois M, Fischer J, Haigh SA. Emerging infectious diseases in wildlife. *Rev Sci Tech.* 2002;21(1):139-57.



6. Mathews F. Zoonoses in wildlife integrating ecology into management. *Adv Parasitol.* 2009;68:185-209.
7. Singh BB, Somayaji R, Sharma R, Barkema HW, Singh B. Zoonoses - a one health approach. *Front Public Health.* 2023;11:1332600.
8. Faccini-Martínez ÁA, Ramírez-Hernández A, Barreto C, Forero-Becerra E, Millán D, Valbuena E, Sánchez-Alfonso AC, Imbacuán-Pantoja WO, Cortés-Vecino JA, Polo-Terán LJ, Yaya-Lancheros N, Jácome J, Palomar AM, Santibáñez S, Portillo A, Oteo JA, Hidalgo M. Epidemiology of Spotted Fever Group Rickettsioses and Acute Undifferentiated Febrile Illness in Villeta, Colombia. *Am J Trop Med Hyg.* 2017;97(3):782-788.
9. Silva-Ramos CR, Gil-Mora J, Serna-Rivera CC, Martínez Díaz HC, Restrepo-López N, Agudelo-Flórez P, Arboleda M, Díaz FJ, Faccini-Martínez ÁA, Hidalgo M, Melby PC, Aguilar PV, Cabada MM, Tobón-Castaño A, Rodas JD; members of the GIDRN – Global Infectious Diseases Research Network. Etiological characterization of acute undifferentiated febrile illness in Apartadó and Villeta municipalities, Colombia, during COVID-19 pandemic. *Infez Med.* 2023;31(4):517-532.
10. Diaz MH, Bai Y, Malania L, Winchell JM, Kosoy MY. Development of a novel genus-specific real-time PCR assay for detection and differentiation of *Bartonella* species and genotypes. *J Clin Microbiol.* 2012;50(5):1645-9.
11. Bessa TA, Spichler A, Chapola EG, Husch AC, de Almeida MF, Sodré MM, Savani ES, Sacramento DR, Vinetz JM. The contribution of bats to leptospirosis transmission in Sao Paulo City, Brazil. *Am J Trop Med Hyg.* 2010;82(2):315-7.
12. Webb L, Carl M, Malloy DC, Dasch GA, Azad AF. Detection of murine typhus infection in fleas by using the polymerase chain reaction. *J Clin Microbiol.* 1990;28(3):530-4.
13. Mediannikov O, Fenollar F, Socolovschi C, Diatta G, Bassene H, Molez JF, Sokhna C, Trape JF, Raoult D. *Coxiella burnetii* in humans and ticks in rural Senegal. *PLoS Negl Trop Dis.* 2010;4(4):e654.
14. Parola P, Ryelandt J, Mangold AJ, Mediannikov O, Guglielmone AA, Raoult D. Relapsing fever *Borrelia* in *Ornithodoros* ticks from Bolivia. *Ann Trop Med Parasitol.* 2011 Jul;105(5):407-11.
15. Jiang J, Martínez-Valdebenito C, Weitzel T, Farris CM, Acosta-Jamett G, Abarca K, Richards AL. Development of a New Genus-Specific Quantitative Real-Time PCR Assay for the Diagnosis of Scrub Typhus in South America. *Front Med (Lausanne).* 2022;9:831045.



2025-55-VET

Expresión de la Hormona Anti-Mülleriana en Bovinos de Carne (*Bos taurus* y *Bos indicus*) del Sureste de México

Juan José Baeza-Rodríguez¹, Álvaro Efrén Domínguez-Rebolledo¹, Julio Porfirio Ramón-Ugalde², Roberto Zamora-Bustillos²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Regional Sureste, Campo Experimental Mocochoá, Yucatán, México; ²Tecnológico Nacional de México, Campus Conkal, Conkal, Yucatán, México. E-mail: dominguez.alvaro@inifap.gob.mx

ANTECEDENTES

El desempeño reproductivo del hato tiene gran impacto en la rentabilidad de la empresa ganadera, por lo que la evaluación de los parámetros reproductivos es esencial. Sin embargo, la medición de los fenotipos relacionados con la pubertad, la fertilidad, entre otros, suele ser costosa o difícil de realizar en campo.

Los bovinos nacen con un número limitado y variable de células germinales ováricas, las cuales disminuyen drásticamente con la edad. Silva-Santos et al (2011) reportaron un promedio de $143,929 \pm 64,028$ folículos preantrales en fetos de *Bos indicus*, $39,438 \pm 31,017$ en novillas y $89,577 \pm 86,315$ en vacas. Factores genéticos y la nutrición materna durante la gestación parecen contribuir a esta variación inherentemente alta en la reserva folicular (Lahoz, 2013).

El establecimiento de la pubertad en el ganado *Bos indicus* ocurre, en promedio, a una edad mayor que en *Bos Taurus*, lo que impacta negativamente la eficiencia reproductiva. Ireland et al. (2011) sugieren que el número de folículos antrales en crecimiento en los ovarios de bovinos jóvenes puede estar relacionado con su fertilidad. Por lo tanto, las poblaciones foliculares presentes en los ovarios de bovinos jóvenes parecen tener un impacto significativo en su vida reproductiva adulta. Rico et. al. (2009) propusieron la reserva ovárica como un predictor de la eficiencia reproductiva futura de los bovinos.

No obstante, persisten dificultades inherentes en su medición, como la necesidad de realizar ecografías ováricas seriadas para determinar con precisión la reserva ovárica en un gran número de animales. Esto representa un obstáculo para obtener pruebas de fertilidad estadísticamente válidas y limita el número de productores dispuestos a someter su hato a estas manipulaciones.

Por ello, una opción más viable sería identificar marcadores endocrinos que funcionen como fenotipos para seleccionar novillas fértiles, especialmente si pudieran aplicarse a edad temprana. Una alternativa prometedora es la medición de la concentración de la hormona antimülleriana, la cual puede obtenerse a partir de una simple muestra



sanguínea (Monniaux et al., 2010). Esta hormona está altamente correlacionada con el número de folículos antrales y el tamaño ovárico, además de ser característica de cada vaca durante largos períodos de su vida, aunque con alta variabilidad entre individuos.

A pesar del impacto negativo de la pubertad tardía en la eficiencia reproductiva, su valoración no se realiza de manera rutinaria. Como se ha mencionado, el establecimiento de la pubertad en el ganado *Bos indicus* ocurre, en promedio, a una edad mayor que en el *Bos taurus*.

JUSTIFICACIÓN

La medición de la hormona antimülleriana, que está estrechamente relacionada con el número de folículos antrales y el tamaño ovárico, podría ser una herramienta viable para evaluar la fertilidad sin necesidad de procedimientos complejos o costosos. Dado que esta hormona tiene una alta correlación con la reserva folicular y es relativamente fácil de medir a través de una simple muestra sanguínea, su uso como marcador endocrino ofrece una alternativa práctica y accesible para mejorar la eficiencia reproductiva del hato.

OBJETIVO

Evaluar las diferencias en los niveles de Hormona anti-Mülleriana presentes en novillas de carne *Bos taurus* y *Bos indicus* en el trópico.

METODOLOGÍA

Los ranchos donde se llevó a cabo el estudio están ubicados en Tizimín, Yucatán, una región con clima tropical subhúmedo (HW0) y lluvias en verano. Se emplea un sistema de pastoreo extensivo nocturno y la monta natural durante todo el año. El estudio incluyó un total de 20 novillas de entre 26 y 30 meses de edad, pertenecientes a tres grupos raciales: Brahman (7), Suizo europeo (7) y Cebú comercial (6), provenientes de ranchos ubicados en Yucatán. Las edades de las novillas al momento de la toma de muestras sanguíneas oscilaban entre los 18 y 24 meses.

Para la determinación de la concentración de la hormona anti-mülleriana en suero, se obtuvieron muestras de sangre de la vena coccígea en tubos con EDTA como anticoagulante. Posteriormente, las muestras fueron centrifugadas a 1000 xg durante 15 minutos a una temperatura de 2-8°C dentro de los primeros 30 minutos posteriores a su recolección y almacenamiento a -20°C hasta su análisis. La concentración de la hormona anti-mülleriana se determinó utilizando un kit comercial de ELISA para hormona anti-mülleriana bovina (MBS701694), con un rango de sensibilidad de 0.5 ng/mL a 200ng/mL.

El diagnóstico de gestación se determinó por palpación rectal.

Para el análisis estadístico, se utilizó el paquete estadístico SAS (2013). Se aplicó un modelo aleatorio simple de efectos fijos, donde la variable de respuesta fue la



concentración plasmática de la hormona anti-mülleriana y las variables independientes fueron el grupo genético y el diagnóstico de gestación (con dos niveles: animales gestantes y no gestantes). Además, se incluyó la interacción entre estas variables en el modelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En análisis de varianza se observó que el modelo fue significativo ($P < 0.01$) y presentó un nivel de ajuste con un coeficiente de determinación (R^2) de 0.60 (Cuadro 1). Asimismo, tanto los dos efectos principales como su interacción fueron significativos ($P < 0.05$).

Los niveles más altos de hormona anti-mülleriana se registraron en las novillas Brahman que alcanzaron la gestación (9.62 ng/mL), siendo significativamente diferentes a los demás grupos ($P < 0.01$). En contraste, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre las novillas Suizo Europeo, gestantes (5.01 ng/mL) y no gestantes (5.55 ng/mL), ni entre estas y las Brahman no gestantes (5.97 ng/mL) o las Cebú comercial no gestantes (5.36 ng/ml).

Los resultados del presente estudio coinciden con los hallazgos de Batista et al (2014), quienes reportaron mayores niveles de hormona anti-mülleriana en ganado *Bos indicus* (Nelore) en comparación con *Bos taurus* (Holstein).

Cuadro 1. Análisis de Varianza y Suma de cuadrados tipo III

<i>Origen</i>	<i>DF</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Cuadrado de la media</i>	<i>Valor F</i>	<i>Pr > F</i>
<i>Modelo</i>	4	32.28	8.07	5.71	0.0054
<i>Error</i>	15	21.21	1.41		
<i>Total corregido</i>	19	53.49			

<i>R-cuadrado</i>	<i>Var Coef.</i>	<i>Raíz MSE</i>	<i>Media</i>
0.60	20.07	1.19	5.92

<i>Origen</i>	<i>DF</i>	<i>Tipo III SS</i>	<i>Cuadrado de la media</i>	<i>Valor F</i>	<i>Pr > F</i>
<i>raza</i>	2	20.59	10.29	7.28	0.0062
<i>DxGest</i>	1	7.54	7.54	5.33	0.0356
<i>raza*DxGest</i>	1	13.68	13.68	9.68	0.0072

En la figura 1, se observa que solo en el grupo racial Brahman los niveles de concentración de hormona anti-mülleriana superaron los 8 ng/mL. Además, todos los animales que alcanzaron estos niveles quedaron gestantes antes de los 30 meses.

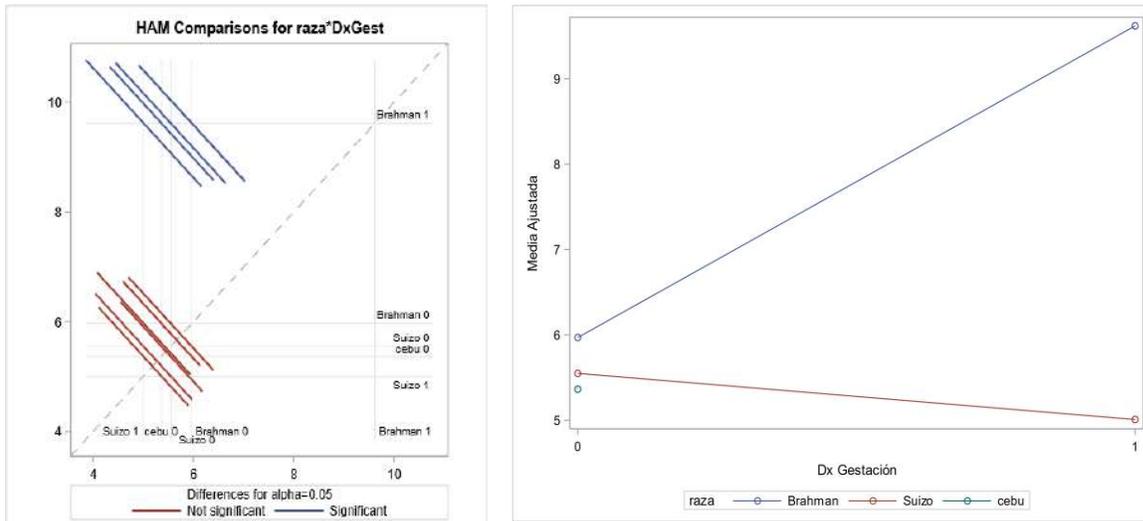


Figura 1. Interacción entre el grupo genético y la gestación con la concentración de Hormona Anti-mülleriana.

En el grupo racial Suizo Europeo, la concentración de la hormona fue similar entre los animales gestantes y no gestantes. A diferencia de lo observado en este estudio, Batista et al (2020), al trabajar con ganado Nelore, no encontraron relación entre la concentración de la hormona y la fertilidad. Sin embargo, es importante considerar que en su estudio se empleó la inseminación artificial.

CONCLUSIÓN

Los resultados sugieren que la hormona anti-mülleriana podría ser un indicador útil para evaluar la fertilidad del ganado Brahman.

BIBLIOGRAFÍA

- Batista, E.O.S., Macedo, G.G., Sala, R.V., Ortolan, M.D.D.V., Filho S.M.F., Del Valle, T.A., Jesus, E.F., Lopes, R.N.V.R., Rennó, F.P., Baruselli, P.S. 2014. Plasma Antimullerian hormone as a predictor of ovarian antral follicular population in *Bos indicus* (Nelore) and *Bos taurus* (Holstein) heifers. *Reprod Dom Anim* 49(3): 448-52. DOI: [10.1111/rda.12304](https://doi.org/10.1111/rda.12304)
- Batista EOS, Vieira LM, Freitas BG, Guerreiro BM, Carvalho JGS, Mingoti RD, Vasconcellos G, Souza AH, Ferraz JBS, Baruselli PS- 2020. Anti-Mullerian hormone and its relationship to ovulation response and fertility in timed AI *Bos indicus* heifers. *Reprod Domest Anim.* 55(6):753–758. <https://doi.org/10.1111/rda.13677>
- Ireland, J.J., Smith, G.W., Scheetz, D., Jimenez, K.F., Folger, J.K., Ireland, J.L.H., Mossa, F., Lonergan, P., Evans, A.C.O. 2011. Does size matter in females? *An*



overview of the impact of the high variation in the ovarian reserve on ovarian function and fertility, utility of Anti-müllerian hormone as a diagnostic marker for fertility and causes of variation in the ovarian reserve in cattle. *Reprod. Fertil. Dev.* 23 (1):1-14.

- Lahoz, C.B. 2013. Mejora de la eficiencia reproductiva en ovejas raza aragonesa mediante el uso del alelo FecXR del gen BMP15 y de la hormona antimülleriana (AMH) como marcadores de su población folicular. Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España. 165 p.
- Monniaux, D., Barbey, S., Rico, C., Fabre, S., Gallard, Y., Larroque, H. 2010. Anti-Mullerian hormone: a predictive marker of embryo production in cattle? *Reproduction Fertility and Development* 22, 1083-1091.
- Rico Ch., Fabre S., Médigue C., di Clemente N., Clément F., Bontoux M., Touzé J.L., Dupont M., Briant E., Benoît R., Beckers J.F., Monniaux D. 2008. Anti-müllerian hormone is an endocrine marker of ovarian gonadotropin-responsive follicles and can help to predict superovulatory responses in the cow. *Biology of Reproduction* 80, 50-59.
- Silva, S.K.C., Santos, G.M.G., Siloto, L.S., Hertel, M.F., Andrade. E.R., Rubin, M.I.B., Sturion, L., Melo, S.F.A., Seneda, M.M. 2011. Estimate of the population of preantral follicles in the ovaries of *Bos taurus indicus* and *Bos taurus taurus* cattle. *Theriogenology* 76: 1051-1057. DOI: 10.1016/j.theriogenology. DOI:2011.05.008
- SAS. Statistical Analysis System. SAS User's guide. SAS/STAT R, Version 9.3. Cary, NC, USA; SAS Institute Inc., 2013.



2025-56-VET

Corridas de homocigosidad y cálculo de consanguinidad genómica en ganado cebú bajo condiciones de pastoreo en el trópico subhúmedo de la península de Yucatán

Juan José Baeza-Rodríguez¹, Álvaro Efrén Domínguez-Rebolledo¹, Julio Porfirio Ramón-Ugalde², Roberto Zamora-Bustillos²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Mocochoá, Mocochoá, Yucatán, México. ²Tecnológico Nacional de México, Campus Conkal, Conkal, Yucatán, México. E-mail: baeza.juanjose@inifap.gob.mx

ANTECEDENTES

En las regiones tropicales de México, la ganadería extensiva de carne es predominante, caracterizándose por el empadre continuo durante todo el año mediante monta natural. Estas condiciones dificultan el registro genealógico y el análisis de la estructura genética de la población. En estas zonas, el ganado *Bos indicus* es ampliamente distribuido debido a su tolerancia a altas temperaturas y humedad, así como a su resistencia a parasitosis, características que podrían estar asociadas con regiones específicas del genoma que favorecen la adaptación ambiental.

El uso de chips SNP bovinos de alta densidad permite analizar el genoma del ganado para identificar corridas de homocigosidad (ROH), las cuales indican autocigosidad genómica. Los ROH son segmentos contiguos idénticos por descendencia (IBD) heredados de un ancestro común. El escaneo del genoma con paneles SNP de alta densidad ha demostrado ser útil para diferenciar segmentos no autocigóticos (IBS) de los autocigóticos (IBD), proporcionando información clave sobre la estructura genética, la historia demográfica y las huellas de selección natural o humana.

JUSTIFICACIÓN

Los ROH largos suelen estar asociados con endogamia reciente, mientras que los más cortos reflejan eventos ancestrales lejanos, como efectos fundadores en la población. Su caracterización permite evaluar la diversidad genética y el grado de consanguinidad, lo que contribuye a estrategias de manejo genético en el ganado.

OBJETIVO

El análisis de Runs of Homozygosity (ROH) es una herramienta clave en la genética de poblaciones para evaluar la estructura genética, el grado de consanguinidad y los patrones de variabilidad genética en los individuos. En este estudio, se buscó identificar y caracterizar regiones homocigóticas en ganado cebú del estado de Yucatán, con el objetivo de analizar los ROH presentes en todo el genoma y calcular el coeficiente de consanguinidad basado en ROH (FROH).



METODOLOGÍA

En este estudio, se analizaron 72 novillas Cebú en ranchos de Tizimín y Dzucacab, Yucatán, bajo condiciones de clima tropical subhúmedo. Se generaron genotipos a partir de 45,000 SNP bialélicos utilizando el panel GGP Bovine Indicus 50K. Para ello, se obtuvieron muestras de sangre y se procesaron con el software PLINK v1.9, aplicando criterios específicos para identificar corridas de homocigosidad (ROH).

Se establecieron parámetros de análisis, como una densidad mínima de SNP de 1 cada 120 kb, una longitud mínima de ROH de 1 Mb y una separación máxima de 1000 kb entre SNP homocigóticos. Los ROH se agruparon en cinco categorías de longitud (0-4, 4-8, 8-12, 12-16 y >16 Mb). Se calcularon métricas como el número medio de ROH por individuo (MNROH), la longitud media de ROH (ALROH) y el porcentaje del genoma cubierto por ROH.

El coeficiente de consanguinidad (FROH) se estimó siguiendo el método de McQuillan et al. (2008), comparando la suma total de ROH con la longitud total del autosoma cubierto por SNP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio sobre una población de bovinos Cebú, se analizaron los segmentos de homocigosidad (ROH) con el objetivo de evaluar la diversidad genética y la consanguinidad. A continuación, se presentan y discuten los principales resultados obtenidos.

De un total de 72 animales, 3 fueron eliminados debido a un bajo nivel genotipado ($MIND > 0,1$). Para los 69 animales restantes, la tasa general de genotipado fue de 0,998. Tras aplicar las medidas de control de calidad, se obtuvieron los datos finales sobre estos 69 ejemplares.

Se identificaron un total de 40 ROH en la población analizada, con un promedio de 0.58 ROH por individuo, lo que indica una baja frecuencia de estos segmentos por animal. Este hallazgo sugiere que, en general, la población mantiene un nivel relativamente alto de heterocigosidad.

El número máximo de ROH identificado fue de 4, observado en un solo animal, mientras que en algunos individuos no se identificó ningún segmento. Esta distribución desigual de la homocigosidad sugiere la presencia de eventos de consanguinidad en ciertos individuos, mientras que otros mantienen una mayor diversidad genética. La longitud promedio de los ROH fue de 7,815 kb. En cuanto a la variabilidad, el segmento más largo tuvo una extensión de 16733.72 kb, mientras que el más corto alcanzó los 3088.191 kb. Esta diversidad en la longitud de los segmentos puede estar relacionada con distintos eventos históricos de consanguinidad y selección en la población. En promedio, los ROH cubrieron 4530.61 kb del genoma por individuo, representando una proporción moderada del genoma total. Sin embargo, la cobertura genómica en ROH



varió considerablemente entre individuos, con valores que oscilaron entre 0 kb (individuos sin ROH detectados) y 34879 kb en el individuo con mayor cobertura. Estas diferencias podrían reflejar una heterogeneidad en la estructura genética de la población, posiblemente influenciada por distintos linajes y patrones de apareamiento.

En general, los resultados obtenidos indican que la población de bovinos Cebú analizada presenta una baja frecuencia de segmentos de homocigosidad, con una variabilidad considerable en la longitud y cobertura de estos segmentos. La presencia de ROH en algunos individuos, junto con su ausencia en otros, refleja una diversidad genética moderada y posibles eventos de consanguinidad en ciertos animales.

Estos hallazgos son relevantes para la gestión genética y la selección de reproductores, ya que permiten identificar estrategias destinadas a conservar la diversidad genética y reducir los efectos negativos de la consanguinidad en la población.

El cuadro 1 se muestra la distribución de los segmentos de homocigosidad (ROH) según su longitud, expresada en megabases (MB), junto con su frecuencia absoluta y el porcentaje correspondiente en la población analizada.

En la categoría de 0-4 MB, se identificaron 2 segmentos de ROH, lo que representa el 5.0% del total. La categoría 4-8 MB presentó la mayor cantidad de segmentos, con 22 ROH (55.0%), lo que indica que la mayoría de los segmentos detectados tienen una longitud moderada.

Por otro lado, en la categoría de 8-12 MB, se encontraron 14 segmentos, correspondientes al 35.0%, lo que surge que una proporción significativa de los ROH también pertenece a este rango de longitud.

Cuadro 1. Distribución de los segmentos de homocigosidad

Longitud_ROH_MB	Número_de_ROH	Porcentaje
0-4	2	5
4-8	22	55
8-12	14	35
12-16	1	2.5
16-20	1	2.5

ROH: Corridas de homocigosidad

En la categoría de 12-16 MB, se observó solo 1 segmento, lo que representa el 2.5% del total. Finalmente, el rango de 16-20 MB también presentó 1 segmento (2.5%), lo que indica que los segmentos de mayor longitud son poco frecuentes en la población analizada.

Al igual que en el presente estudio, Purfield *et al* (2012), Dixit *et al* (2020) y Garduño *et al* (2024), encontraron ROH de tamaño pequeño en poblaciones *Bos indicus*, lo que



sugiere que estas poblaciones se establecieron con pocos fundadores y que no han sido afectados recientemente por consanguinidad.

Se observa que la mayoría de los ROH identificados en esta población Cebú (90%) se encuentran en los rangos de 4 a 12 MB, con una menor presencia de segmentos más largos, lo que podría reflejar una estructura genética con niveles moderados de consanguinidad y una historia de eventos de recombinación que han contribuido a la reducción de los segmentos más extensos. Sin embargo, la presencia de algunos ROH de mayor longitud (>12 Mb) en ciertos individuos podría indicar eventos recientes de consanguinidad.

El coeficiente de consanguinidad basado en ROH (FROH) se calculó para cada individuo, y se determinaron los valores poblacionales: El FROH promedio fue de 0.0018, con un valor máximo de 0.014 y un mínimo de 0.

Estos valores indican que la población presenta un bajo nivel de consanguinidad general, ya que el valor promedio de FROH es inferior al 0.002, lo que sugiere poca herencia de segmentos homocigóticos proveniente de ancestros comunes en generaciones recientes. Un nivel de consanguinidad similar (FROH=0.001) fue encontrado por Peripolli et al (2018) en ganado Gyr. En contraste, Carrara et al (2023) reportaron un FROH superior (0.095) en una población Guzarat de doble propósito

CONCLUSIONES

- La población presenta un bajo nivel de consanguinidad, evidenciado por un FROH promedio de 0.0018 similar al de otras poblaciones de *Bos indicus* de origen similar.
- La mayoría de los ROH identificados tienen una longitud intermedia (4-12 Mb), lo que sugiere una mezcla genética moderada sin una alta presión de endogamia reciente.
- En comparación con otras poblaciones bovinas, estos valores pueden reflejar un manejo adecuado de la diversidad genética, posiblemente debido a cruzamiento aleatorio. No obstante, para una evaluación más profunda, se recomienda realizar un análisis adicional con un mayor tamaño muestral e incluir datos genealógicos.

BIBLIOGRAFÍA

Carrara ER, Lopes PS, Veroneze R, Pereira RJ, Zadra LEF, Peixoto MGCD. 2024. Assessment of runs of homozygosity, heterozygosity-rich regions and genomic inbreeding estimates in a subpopulation of Guzará (*Bos indicus*) dual-purpose cattle. J Anim Breed Genet. Mar;141(2):207-219. doi: 10.1111/jbg.12836.



-
- Dixit S.P., Singh S., Ganguly I., Bhatia A.K., Sharma A., Kumar N. A., Dang A.K., Jayakumar S. 2020. Genome-Wide Runs of Homozygosity Revealed Selection Signatures in *Bos indicus*. *Front. Genet.* 11:92. doi: 10.3389/fgene.2020.00092
- Garduño-López V.I, Martínez-Rochal R., Núñez Domínguez R., Ramírez-Valverde R., Domínguez-Viveros J, Reyes-Ceron A.,Hidalgo J. 2024. Genome-wide scan for selection signatures in Mexican Sardo Negro Zebu cattle. *PlosOne*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0312453>
- Purfield D.C., Berry D.P., McParland S, Bradley D.G. 2012. Runs of homozygosity and population history in cattle. *BMC Genetics* 13:70. <http://www.biomedcentral.com/1471-2156/13/70>
- Peripolli, E., Stafuzza, N. B. Munari, D. P. Lima, A. L. F. Irgang R. Machado M. A. Panetto J. C, Ventura R. V., Baldi F. da Silva M. V. G. B. 2018. Assessment of runs of homozygosity islands and estimates of genomic inbreeding in Gyr (*Bos indicus*) dairy cattle *BMC Genomics* (2018) 19:34. DOI 10.1186/s12864-017-4365-3



2025-57-VET

Estudio de Asociación de Genoma Completo Para la Reserva Ovárica en Ganado Cebú Bajo Condiciones de Pastoreo en el Trópico Subhúmedo de la Península de Yucatán

Juan José Baeza-Rodríguez¹, Álvaro E. Domínguez-Rebolledo¹, Julio PorfirioRamón-Ugalde², Roberto Zamora-Bustillos²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Mocochoá, Mocochoá, Yucatán, México. ²Tecnológico Nacional de México, Campus Conkal, Conkal, Yucatán, México. E-mail: dominguez.alvaro@inifap.gob.mx

ANTECEDENTES

La reproducción desempeña un papel crucial en el sistema de producción bovina de carne en México, siendo uno de los pilares fundamentales para garantizar la sostenibilidad y rentabilidad del sector. Una reproducción eficiente permite maximizar la producción de terneros, lo que incrementa la disponibilidad de carne en el mercado y reduce los costos de producción. Además, contribuye a mejorar la calidad genética del ganado al acortar el intervalo generacional y favorecer la selección de animales con mejores características productivas y de resistencia a enfermedades. Esto resulta esencial para enfrentar los retos del cambio climático y las enfermedades emergentes.

En los últimos años, las asociaciones genómicas han cobrado gran relevancia en el estudio de las características reproductivas del ganado de carne. A través de estas asociaciones, es posible identificar la relación entre ciertos marcadores genéticos y rasgos complejos, como la eficiencia reproductiva de los animales. Esto implica analizar datos genéticos para detectar patrones que indiquen qué genes están relacionados con aspectos como la fertilidad, el intervalo entre partos y la resistencia a enfermedades. La información obtenida de estos estudios permite desarrollar estrategias de selección genética más efectivas, enfocándose en los individuos que portan los genes beneficiosos para la reproducción.

Los estudios de asociación genómica han permitido avances significativos en la comprensión y el mejoramiento de las poblaciones de bovinos de carne. Estas investigaciones se enfocan en identificar la relación entre marcadores genéticos y las características reproductivas y productivas de los animales.

Mediante el uso de tecnologías avanzadas, como la secuenciación de ADN y el análisis de SNP (polimorfismos de un solo nucleótido), los investigadores pueden identificar los genes que influyen en la eficiencia reproductiva y seleccionar aquellos individuos que portan los alelos más beneficiosos



En última instancia, la integración de los resultados de estos estudios en los programas de mejoramiento genético permite una selección más precisa y rápida de los mejores individuos, acelerando el progreso genético y reduciendo el intervalo generacional.

JUSTIFICACIÓN

En las regiones tropicales, el ganado *Bos indicus* se destaca por su tolerancia a altas temperaturas y humedad, así como por su resistencia a parasitosis, lo que lo hace ampliamente distribuido en estas áreas. Sin embargo, presenta retos en sus parámetros reproductivos, ya que inicia su actividad reproductiva más tarde y tiene menor fertilidad que el *Bos taurus*. Según Rico *et al.* (2009), la reserva ovárica es un predictor de la eficiencia reproductiva futura, aunque su medición es complicada, lo que desanima a muchos productores a realizar pruebas. Por ello, se sugiere la búsqueda de marcadores endocrinos, como la hormona antimülleriana (HAM), que podría usarse como biomarcador a partir de muestras de sangre (monniaux *et al.*, 2010). Esta hormona está relacionada con el número de folículos antrales y el tamaño ovárico, y presenta alta variabilidad entre individuos, lo que la convierte en una característica estable a lo largo de la vida de cada vaca.

OBJETIVO

El objetivo fue realizar un estudio de asociación del genoma completo para identificar polimorfismos de nucleótidos únicos (SNP) asociados a la reserva ovárica del ganado cebú en el estado de Yucatán, utilizando los niveles de HAM como biomarcador.

METODOLOGÍA

Para este estudio, se utilizaron un total de 96 novillas Cebú. Los ranchos donde se llevó a cabo el trabajo están ubicados en Yucatán, en una zona de clima tropical subhúmedo HW0 con lluvias en verano.

A partir de estos, se generaron SNP que constan de 45,000 SNP bialélicos mediante el panel GGP Bovine indicus 50K (GeneSeek® genomic profiler™45k), que presenta aproximadamente 50.000 de los SNP más importantes e informativos utilizados en la evaluación genética de razas de ganado *Bos indicus*.

Para la obtención de los genotipos, se obtuvieron muestras de sangre de la vena coccígea en tubos con EDTA, como anticoagulante. La característica evaluada fue la reserva ovárica, estimada a través de la concentración de hormona anti-mülleriana.

Se realizó un análisis de calidad y filtrado de datos genómicos utilizando el software PLINK v1.9 (22 Oct 2024, 64-bit). En total, se incluyeron 96 hembras con datos genotípicos de 52,028 SNP. Se aplicaron filtros de control de calidad para eliminar individuos y variantes con datos faltantes o baja frecuencia alélica; en este proceso, se



descartaron individuos con más del 5% de datos genotípicos faltantes, así como variantes con más del 5% de datos faltantes o con una frecuencia alélica inferior al 5%. Finalmente, se realizó un estudio de asociación genómica mediante un análisis de regresión lineal para evaluar la relación entre variantes genéticas y el fenotipo de interés.

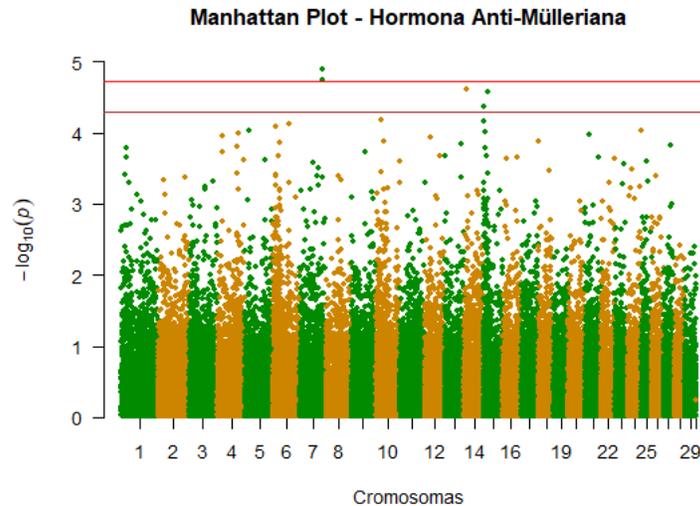


Figura 1. Significancia $-\log_{10}(P\text{-Value})$ para los efectos de los SNP para hormona anti-Mülleriana en ganado Cebú en México.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras la aplicación de los filtros de calidad, se eliminaron 4 individuos debido a datos genotípicos faltantes, 1,345 variantes por exceso de datos faltantes y 3,790 variantes por presentar una baja frecuencia alélica. Como resultado, se obtuvo un conjunto final de 92 individuos y 46,893 SNP, con una tasa de genotipado del 98.51%. Posteriormente, se realizó el análisis de asociación lineal.

El factor de inflación genómica (λ) obtenido fue 1.19, lo que indica una ligera inflación sin indicios de sesgo significativo.

Los resultados del GWAS muestran asociaciones significativas entre dos SNP en el cromosoma 7 y los niveles de HAM en el ganado Cebú evaluado (Figura 1). Los principales SNP Asociados fueron BovineHD0700027909 y BovineHD0700027912, ambos presentan un BETA negativo (-1.495 y -1.499), lo que indica que la presencia del alelo de referencia está relacionada con menores niveles de HAM. Los valores P son significativos ($P = 0.00001766$ y $P = 0.00001262$), lo que confirma que estos SNP están asociados con el fenotipo estudiado.



En este estudio, se identificó una asociación significativa entre el SNP BovineHD0700027909 (cromosoma 7, posición 93,462,919) y los niveles de HAM en ganado Cebú. Este SNP se encuentra dentro de la región genómica que contiene el gen ARB2A (ENSBTAG00000050195), el cual está anotado en la base de datos ARS-UCD1.2 como un gen codificante de proteínas en *Bos taurus*. Sin embargo, hasta la fecha, no se han encontrado estudios previos que describan su función en la reproducción bovina. Se requieren investigaciones adicionales para evaluar su posible papel en la regulación de la fertilidad en razas *Bos indicus*."

El otro SNP con asociación significativa es el BovineHD0700027912; localizado en la región genómica del gen KIAA0825 (ENSBTAG00000003144), entre las posiciones 93522475 y 93758009 (235,535 pb de longitud). Este gen, también codificante de proteínas, está relacionado con procesos celulares y metabólicos en mamíferos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Marcadores significativos asociados a reserva ovárica en ganado cebú

SNP	CHR	PB	QTL	GEN	PUBMED_ID
BovineHD0700027909	7	93462919	123500 Largo de vida productiva	ARB2A KIAA0825	27889128
BovineHD0700027912	7	93476995	123501 Largo de vida productiva	ARB2A KIAA0825	27889128

SNP: polimorfismo de nucleótido simple; CHR: cromosoma; PB: pares de base, QTL: locus de carácter cuantitativo

En la base de datos Animal QTLdb, estos SNPs están relacionados con el rasgo "duración de la vida productiva", lo que sugiere una posible correlación entre la longevidad reproductiva y los niveles de HAM.

Galliou et al. (2020) identificaron al gen KIAA0825 como candidato para diferenciar entre vacas de alta y baja fertilidad, evaluando en el número de inseminaciones para lograr la preñez en el ganado Holstein. Por otro lado, Tourchi *et al.* (2024) descubrieron que el gen KIAA0825 tiene un impacto en la infección endoparasitaria, la salud general y la fertilidad en las Holstein alemanas. Además, Bouzeraa *et al.* (2025) encontraron que el gen KIAA0825 presenta una metilación diferencial significativa entre vacas fértiles y subfértiles de ganado lechero. Al parecer, la función de este gen es similar tanto en ganado *Bos taurus* y el *Bos indicus*, que fue analizado en el presente trabajo.

CONCLUSIÓN

Dado que los SNP BovineHD0700027909 y BovineHD0700027912 están asociados con los niveles de HAM, podrían influir en la longevidad reproductiva y en la respuesta a tratamientos hormonales en ganado Cebú. Además, los genes ARB2A y KIAA0825



podrían ser potenciales biomarcadores para selección genética en programas de reproducción asistida.

Se sugiere validar estos SNP en una población más grande para confirmar su efecto en ganado Cebú.

BIBLIOGRAFÍA

- Bouzeraa L., Martin H., Dufour P., Marques J.C.S., Cerri R., Sirard M. 2025. Epigenetic insights into fertility: involvement of immune cell methylation in dairy cows' reproduction. *Biol Reprod* 1-15. <https://doi.org/10.1093/biolre/iaof020>
- Galliou J.M., Kiser J.N., Oliver K.F., Seabury C.M., Moraes J.G.N., Burns G.W., Spencer T.E., Dalton J., Neibergs H.L. 2020. Identification of Loci and Pathways Associated with Heifer Conception Rate in U.S. Holsteins. *Genes* 11,767. doi:10.3390/genes11070767
- Monniaux, D., Barbey, S., Rico, C., Fabre, S., Gallard, Y., Larroque, H. 2010. Anti-Mullerian hormone: a predictive marker of embryo production in cattle? *Reproduction Fertility and Development* 22, 1083-1091. <https://doi.org/10.1071/RD09279>
- Rico Ch., Fabre S., Médigue C., di Clemente N., Clément F., Bontoux M., Touzé J.L., Dupont M., Briant E., Benoît R., Beckers J.F., Monniaux D. 2009. Anti-müllerian hormone is an endocrine marker of ovarian gonadotropin-responsive follicles and can help to predict superovulatory responses in the cow. *Biology of Reproduction* 80, 50-59. doi: 10.1095/biolreprod.108.072157. Epub 2008 Sep 10. PMID: 18784351
- Tourchi J.J., Alijani S., Rafat S.A., Abbasi M.A. 2024. Bayesian genome-wide association study and post-GWAS on reproductive traits of Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Research* 91, 146–155. <https://doi.org/10.1017/S0022029924000414>



2025-58-VET

Evaluación de la presencia de biomarcadores de genotoxicidad y citotoxicidad en eritrocitos de lechones de cerdo pelón mexicano (*Sus scrofa*), para proponerlo como posible bioindicador de genotóxicos ambientales

Ramos-Ibarra María Luisa¹; Torres Pacheco Omar¹; Sánchez-Chiprés David Román¹; Torres-Bugarín Olivia²; Núñez-Figueroa Lidia Josefina³; Martínez-González Sergio⁴. luisaramos@academicos.udg.mx

¹Depto Salud, Pública, Div. Ciencias Veterinarias, Centro Universitario Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad De Guadalajara; ²Universidad Autónoma de Guadalajara; ³Centro Metropolitano de Conservación de Vida Silvestre Urbana. Agencia Metropolitana de Bosques Urbanos del Área Metropolitana de Guadalajara; ⁴Universidad Autónoma de Nayarit.

ANTECEDENTES

Por el deterioro que sufre el medioambiente por las diversas actividades antropogénicas de los seres humanos, es importante desarrollar métodos confiables que ayuden a detectar el daño que es silencioso y que no se pueden observar de manera inmediata como los que provocan los genotóxicos al ADN. De allí la importancia de contar con diversos bioindicadores que por su alta sensibilidad, ayuden a determinar tal daño por medio de biomarcadores de genotoxicidad como los eritrocitos micronucleados (EMN), eritrocitos policromáticos micronucleados (EPCMN) y como biomarcadores de citotoxicidad los eritrocitos policromáticos (EPC) (Ramos-Ibarra et al., 2020; 2021). Es importante recalcar que los cerdos de granja ya han sido propuestos para detectar genotóxicos en eritrocitos de sangre periférica (Zúñiga-González et al., 2001; Cedano-Díaz et al., 2013); sin embargo el cerdo pelón mexicano (CPM) no se ha estudiado, y este al ser una especie endémica de vida silvestre en algunas localidades de México, pudiera llegar a proponerse como un modelo bioindicador de genotóxicos ambientales y farmacológicos en el caso de que presente un buen número de EMN (alrededor de 6) mediante la prueba de micronúcleos en eritrocitos de sangre periférica. Si bien el factor edad aunado a un bazo no sinusoidal; son factores determinantes para que las especies presenten en circulación EMN.

OBJETIVO

Evaluar la presencia de biomarcadores de genotoxicidad y citotoxicidad en eritrocitos de lechones del cerdo pelón mexicano (*Sus scrofa*), para proponerlo como posible bioindicador de genotóxicos ambientales.

METODOLOGÍA

Se tomó muestra de sangre periférica de cada lechón; se realizaron frotis sobre portaobjetos, se procesaron para su análisis y se realizó el conteo en un microscopio con fluorescencia para evaluar la frecuencia de biomarcadores de genotoxicidad EMN,



EPCMN y como biomarcadores de la estabilidad proliferativa de la médula ósea (citotoxicidad), los EPC. Los resultados muestran que los lechones de CPM al igual que los cerdos convencionales de consumo humano, en etapas tempranas de su vida se comportan de manera muy inestable en cuanto a su producción eritroyocítica y por ende la producción de EMN se ve afectada incluso hasta un poco más baja la frecuencia de los biomarcadores de genotoxicidad que los lechones de la cruce Landrace/Yorkshire (Cedano et al., 2013); por lo que no es recomendable emplear a estos cerdos a edades tempranas de su vida; pero si a mayor edad; ya que conforme pasa el tiempo, se puede observar una tendencia a incrementar estos biomarcadores de genotoxicidad y citotoxicidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ramos Ibarra María Luisa. (2021). Genotoxicidad Ambiental. Salud y Medio Ambiente. Sembrando Conciencia Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. 10(20): 18,19. ISSN: 2448-5055.
- Ramos-Ibarra, M., Villa-Castellanos, J., Barba-León J., Flores-Valdez, M., Zavala-Aguirre, L. y Torres-Bugarín, O. (2020). Estudio exploratorio de la genotoxicidad de vacunas recombinantes para tuberculosis bovina. *Abanico Veterinario*. 10(1) Pp1-14.
- Zúñiga-González, G., Torres-Bugarín, O., Zamora-Pérez, A., Gómez-Meda, B. C., Ramos-Ibarra, M. L., Martínez-González, S., González-Rodríguez, A., Luna-Aguirre, J., Ramos-Mora, A., Ontiveros-Lira, D. y Gallegos-Arreola, M. P. (2001). Differences in the number of micronucleated erythrocytes among young and adult animals including humans. *Spontaneous micronuclei in 43 species*. Elsevier 494(1-2), Pp 161–167.
- Cedano-Díaz, A., Martínez-González, S., Torres-Bugarín, O., Trujillo-Hernández, B., Zúñiga-González, G. y Peña-Parra, B. (2013). El cerdo joven como bioindicador de concentraciones bajas de genotóxicos mediante eritrocitos micronucleados. *Abanico veterinario*, 3(2), Pp 39-47.



2025- 59-VET

***Cryptosporidium* spp.: prevalencia en ganado bovino en una localidad de la Costa Chica en el estado de Guerrero, México**

Pineda-Rodríguez Sandra Alhelí¹, Palma-Ignacio José Angel¹, Vargas-Álvarez Dolores², Rodríguez-Bataz Elvia¹

¹Laboratorio de Investigación en Parasitología, Facultad de Ciencias Químico Biológicas, UAGro.

²Laboratorio en Productos Naturales, FCQB-UAGro., Chilpancingo, Gro. 03967@uagro.mx

RESUMEN

La criptosporidiosis en el ganado es un problema de salud animal y de pérdidas económicas, dado el aumento de los servicios de atención de la salud animal, los costos laborales y la disminución de la tasa de crecimiento y mortalidad de animales graves. En México, se ha reportado que *Cryptosporidium parvum* se encuentra presente entre el 3.3% y 87.1% de los hatos ganaderos. **Objetivo.** Evaluar la prevalencia de *Cryptosporidium* spp. en ganado bovino de una localidad en la Costa Chica del estado de Guerrero, México. **Metodología.** Estudio transversal analítico en 130 terneros entre machos y hembras de Las Vigas, municipio de San Marcos, Guerrero. Se recolectó una muestra única de heces y fueron procesadas por las técnicas de sedimentación simple, examen directo y tinción de Kinyoun. Un cuestionario fue aplicado para obtener datos relacionados con la crianza y otros de interés. Los datos fueron analizados en el programa estadístico SPSS v.26. **Resultados.** Se determinó una prevalencia general de parásitos gastrointestinales de 65% y 43.1% para *Cryptosporidium* spp. Con relación al sexo la infección predominó en machos (24.6%) y por edad en terneros de cuatro meses (9.3%). Prevalcieron los protozoarios (*Cryptosporidium* y especies de *Eimeria* spp.) sobre los helmintos. *Cryptosporidium* spp. (37.6%) y las especies de *Eimeria* (16.8%). Se determinaron tendencia de asociación con terneros hembras de cuatro a siete meses de edad, que consumen agua de estanques y que tienen como finalidad zotécnica la engorda. Todos los terneros estudiados son de crianza de libre pastoreo. **Conclusión.** Las infecciones gastrointestinales en el ganado bovino en el sitio de estudio son ocasionadas principalmente por *Cryptosporidium* spp. y especies de *Eimeria*, su presencia podría estar influenciada por factores ambientales, sociodemográficos y su finalidad zotécnica.



2025-60-VET

Importancia de las enfermedades zoonóticas en la relación con nuestras mascotas: Un Enfoque en Perros

Vironchi-Lujan Ruth B², Carmona-Gasca Carlos¹, Martínez-González Sergio¹, Salgado-Moreno Socorro¹ *

¹Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Medicina Veterinaria, Carretera Chapalilla-Compostela Km 3.12 . ²Unidad de Patología Vida Veterinaria Avenida Victoria 443 Tepic. ruthvet80@hotmail.com, carmona.gasca@uan.edu.mx, jbladimir@uan.edu.mx, sergio.gonzalez@uan.edu.mx, * autor de correspondencia socorro.salgado@uan.edu.mx

Resumen

Las enfermedades zoonóticas representan un problema de salud pública relevante debido a su capacidad de transmitirse entre animales y seres humanos. Los perros, como mascotas comunes en los hogares, pueden ser portadores de diversos agentes infecciosos y parasitarios que afectan la salud humana. En este estudio se analizó la presencia de parásitos y agentes zoonóticos en perros domiciliarios y callejeros de la ciudad de Tepic, Nayarit. Se recolectaron muestras de heces y sangre de 177 caninos y se analizaron mediante técnicas coproparasitológicas y serológicas. Los resultados indican una prevalencia significativa de agentes zoonóticos, destacando la importancia de estrategias de prevención y control para reducir el riesgo de transmisión a la población humana.

Introducción

Las enfermedades zoonóticas comprenden una variedad de infecciones transmitidas de los animales al ser humano, representando un desafío para la salud pública y veterinaria. Los perros, por su cercanía con los humanos, pueden actuar como reservorios y vectores de agentes infecciosos, incluidos parásitos intestinales, bacterias y virus. En el presente estudio se evaluó la prevalencia de enfermedades zoonóticas en perros domiciliarios y callejeros en la ciudad de Tepic, Nayarit, con el objetivo de resaltar la importancia de medidas preventivas.

Materiales y Métodos

Se recolectaron muestras biológicas (heces y sangre) de 177 perros de diferentes zonas del municipio de Tepic, Nayarit. Las muestras fecales fueron analizadas mediante técnicas de flotación en solución saturada de sacarosa y examen directo. Se realizaron pruebas serológicas para la detección de enfermedades de importancia zoonótica. La identificación de parásitos y otros agentes se llevó a cabo con microscopía y técnicas moleculares.

Resultados

Los análisis coproparasitológicos revelaron una prevalencia significativa de parásitos zoonóticos, incluyendo *Giardia* spp. (9%), *Ancylostoma* spp. (6%), *Toxocara canis* (4%) y *Cryptosporidium* spp. (4%). Asimismo, los análisis serológicos identificaron la presencia de *Dirofilaria immitis* en un porcentaje considerable de los caninos estudiados. La prevalencia fue mayor en perros callejeros en comparación con perros



domiciliarios, lo que subraya la influencia del acceso al ambiente en la exposición a agentes infecciosos.

Discusión

Los resultados obtenidos muestran que la relación entre humanos y perros puede ser un factor clave en la transmisión de enfermedades zoonóticas. Estudios previos han demostrado una alta prevalencia de parásitos en perros en diferentes regiones de México, con variaciones dependiendo de factores ambientales y del nivel de cuidado de los animales. En este contexto, la identificación de *Dirofilaria immitis* en perros domiciliarios resalta la necesidad de campañas de concienciación sobre el control de vectores y la prevención de esta enfermedad. La comparación con estudios anteriores sugiere que la educación en tenencia responsable y el acceso a servicios veterinarios influyen en la disminución de la carga zoonótica en poblaciones caninas urbanas. Es fundamental fortalecer los programas de desparasitación y control sanitario en mascotas para minimizar el riesgo de transmisión a los humanos.

Conclusiones

Las enfermedades zoonóticas en perros representan un desafío para la salud pública. La detección de agentes infecciosos en perros domiciliarios y callejeros en Tepic, Nayarit, subraya la necesidad de estrategias preventivas, como la desparasitación regular, la vacunación y el control de vectores. Es crucial fomentar la colaboración entre profesionales de la salud humana y veterinaria para reducir el impacto de estas enfermedades en la población.

Palabras clave: Enfermedades zoonóticas, perros, salud pública, *Dirofilaria immitis*, parásitos intestinales.



Área Ciencias Agroforestales y Ambientales



2025-01-AF

Actividad de *Streptomyces* sp. frente a *Macrophomina phaseolina* y *Rhizoctonia solani* en *Phaseolus vulgaris* L.



2025-02-AFA

Aplicación de abonos fermentados y su efecto sobre variables de calidad en el fruto

**Lilia Mexicano Santoyo¹, Tarsicio Medina Saavedra^{1*}, Ernesto Montalvo García¹,
Andrea Marín Sanchez¹, Tania Patricia Castro Jácome², María Isabel García
Vieyra¹**

¹ Departamento de Ingeniería Agroindustrial, División de Ciencias de la Salud e Ingenierías, Universidad de Guanajuato, Privada Arteaga s/n, Col. Centro, C.P. 38900, Salvatierra, Gto. ² Grupo educativo del Valle. Av. De la Cultura 30, Cd del Valle, C.P. 63157, Tepic, Nay. tarsicioms@ugto.mx*

Resumen

El tomate (*Solanum lycopersicum*) destacada por su valor nutritivo y su consumo fresco. Está solanácea se produce principalmente bajo agricultura convencional mediante el uso de fertilizantes químicos y plaguicidas, lo que ocasiona contaminación en el suelo y en el fruto, generando riesgos para la salud. La agricultura orgánica ofrece una alternativa más sostenible al mejorar la salud del suelo y reducir el impacto ambiental. El objetivo fue evaluar la aplicación de abonos fermentados en el cultivo de tomate y evaluar su efecto sobre variables de calidad del fruto. Primeramente, se elaboró el bocashi con insumos locales y se usó un biol que se obtuvo de un biodigestor de una producción pecuaria de la región. Los tratamientos aplicados fueron biol (BL), bocashi (BCS), la combinación de ambos (BLBCS) y el testigo. Se cosecharon 30 frutos al azar por cada tratamiento y se midieron las variables de peso, diámetro polar y ecuatorial, pH, acidez titulable, °Brix y firmeza. Los resultados muestran que el menor peso y tamaño se presentó en el tratamiento de BL, los valores más altos en pH se presentaron en el tratamiento de BCS y testigo, la mayor cantidad de °Brix se obtuvo con BCSBL y la mayor firmeza al aplicar BCS o BL por separado. El uso de abonos fermentados, específicamente el bocashi, tiene un impacto positivo en la calidad del fruto de tomate, resultando en frutos más grandes y firmes.

Palabras clave. Tomate, biol, bocashi. Acidez titulable, °Brix.



2025-03-AFA

**Agua electrolizada en el control del cáncer bacteriano en el cultivo de tomate
(*Solanum Lycopersicum*)**

Lilia Mexicano-Santoyo^{1ID}, Tarsicio Medina-Saavedra^{1*ID}, María Isabel García-Vieyra^{1ID} Natalia Martínez Ayala^{1ID}, Jesús Carlos Carmona-Fraustro^{2ID}, Adriana Mexicano-Santoyo^{2ID}.

¹Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad de Guanajuato, Privada Arteaga s/n, Col. Centro, C.P.38900, Salvatierra, Gto. ²División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Boulevard Emilio Portes Gil #1301 Pte. A.P. 175 C.P. 87010 Cd. Victoria, Tamaulipas. México. l.mexicano@ugto.mx, tarsicioms@hotmail.com*, isabel.garcia@ugto.mx, n.martinezayala@ugto.mx, adriana.ms@cdvictoria.tecnm.mx, jesus.cf@cdvictoria.tecnm.mx.

Resumen

Clavibacter michiganensis es el agente causal del cáncer bacteriano en el cultivo de tomate. En la planta provoca el marchitamiento unilateral y por consiguiente pérdidas durante la producción. Para el control de fitopatógenos en la agricultura se utilizan plaguicidas, sin embargo, debido al uso excesivo de estos compuestos los microorganismos patógenos han generado resistencia, por lo que es necesario buscar nuevos productos para su control. En este sentido el agua electrolizada que ha mostrado ser eficiente en el control de microorganismos. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la aplicación de agua electrolizada sobre la severidad y parámetros agronómicos de plantas de tomate. Se utilizaron plantas de tomate variedad saladett y se les aplicaron tratamientos de agua electrolizada oxidante, agua electrolizada reductora, bactericida comercial kasumin y un control (plantas sin tratar), los tratamientos fueron aplicados de manera preventiva y curativa. Las variables evaluadas fueron grosor del tallo, número de hojas, número de racimos y severidad en las plantas. Los resultados muestran un mayor grosor de tallo con AER y una menor severidad de las plantas cuando se aplica agua electrolizada de manera preventiva. Cuando se aplican los tratamientos de manera curativa se presentó un menor número de hojas en el control y no se observaron diferencias significativas en las demás variables evaluadas. El agua electrolizada es más efectiva cuando se aplica de manera preventiva ya que logró reducir la severidad en las plantas de tomate lo que representaría menores pérdidas en el rendimiento del cultivo.

Palabras clave. *Clavibacter michiganensis*, agua electrolizada oxidante, agua electrolizada reductora, severidad, parámetros agronómicos.



2025-04-AFA

Extracción de Candelilla Con Ácidos Blandos y Aceite Mineral

Rodríguez Pulido Alicia^{1*}, López Rodríguez Erika Lorena¹, Rodríguez Soto Gabriela Amairani¹, Martínez Aguilar Gloria Mónica¹

¹Universidad Tecnológica de Torreón, Posgrado. ellopez@utt.edu.mx

La cera de candelilla, obtenida de *Euphorbia antisyphilitica*, es un recurso de alta relevancia económica en México por su uso en la industria alimenticia, cosmética y farmacéutica. Los métodos tradicionales de extracción emplean ácidos fuertes, como el sulfúrico, que generan residuos peligrosos y productos de calidad variable, afectando al medio ambiente y la salud humana (Sahu *et al.*, 2021; Núñez *et al.*, 2022; Martínez *et al.*, 2023; Ekakitie, 2024). El objetivo de este trabajo fue evaluar la viabilidad de la extracción de cera de candelilla utilizando ácidos suaves y aceites minerales, analizando sus beneficios ambientales y efectos sobre las propiedades fisicoquímicas de la cera, para contribuir al desarrollo de procesos sostenibles. Como parte de la metodología, se recolectaron plantas de candelilla en el desierto de Chihuahua y se procesaron en soluciones de ácido sulfúrico, agua, aceite mineral y ácido acético, posteriormente en un recipiente de acero inoxidable de 3 litros, se calentaron las muestras con una proporción de 20:1 de agua:ácido durante 20 minutos. El punto crítico de extracción de cera se detectó a un pH de 5. La cera o espuma recolectada fue solidificada y caracterizada mediante espectroscopia Raman. Los picos característicos de la cera fueron identificados para las diferentes muestras, encontrando una mayor intensidad para la cera extraída en aceite mineral. Una ventaja adicional por parte de la extracción de la cera de candelilla con el aceite mineral fue la reducción en un 60% de planta candelilla utilizada para la misma cantidad de cera extraídas con los otros solventes. En conclusión, se demostró que el uso de aceite mineral en la extracción de cera de candelilla es una alternativa sostenible y eficiente, que equilibra los aspectos económicos y ecológicos, promoviendo procesos limpios y responsables para comunidades productoras.

Bibliografía

Núñez-García, I. C., Rodríguez-Flores, L. G., Guadiana-De-Dios, M. H., González-Hernández, M. D., Martínez-Ávila, G. C., Gallegos-Infante, J. A., ... & Rutiaga-Quñones, M. (2022). Candelilla wax extracted by traditional method and an ecofriendly process: assessment of its chemical, structural and thermal properties. *Molecules*, 27(12), 3735. <https://doi.org/10.3390/molecules27123735>



-
- Sahu, D., Bharti, D., Kim, D., Sarkar, P., & Pal, K. (2021). Variations in microstructural and physicochemical properties of candelilla wax/rice bran oil–derived oleogels using sunflower lecithin and soya lecithin. *Gels*, 7(4), 226. <https://doi.org/10.3390/gels7040226>
- Martínez-Sifuentes, A. R., Estrada-Ávalos, J., Trucíos-Caciano, R., Villanueva-Díaz, J., López-Hernández, N. A., & López-Favela, J. D. D. (2023). Predicting Climate Change Impacts on Candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.) for Mexico: An Approach for Mexico's Primary Harvest Area. *Sustainability*, 15(10), 7737. <https://doi.org/10.3390/su15107737>
- Ekakitie, E. (2024). EUPHORBIA CERIFERA CERA (CANDELILA) EMOLLIENT PROPERTIES, USES AND EFFECTIVENESS IN SKINCARE PRODUCTS. *Journal of Knowledge Learning and Science Technology* ISSN: 2959-6386 (online), 3(3), 225-234. <https://doi.org/10.60087/jklst.vol3.n3.p.225-234>



2025-05-AFA

Establecimiento de la línea base en el contenido de carbono orgánico en el suelo de un pastizal mediano abierto al noreste del estado de Durango

María José Campos Mendiola¹, Daniel Sierra Franco², Gerardo Antonio Pámanes Carrasco³, Elia Esther Araiza Rosales⁴, Esperanza Herrera Torres⁵, Carlos Enrique Aguirre Calderón⁶.

¹Maestría Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales UJED, ²CONAHCYT-Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico del Salto, ³CONAHCYT-Instituto Silvicultura y la Madera-UJED, ⁴CONAHCYT-Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UJED, ⁵Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana, ⁶Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico del Salto. Autor de correspondencia: marjocamend@gmail.com

https://www.youtube.com/watch?v=OoGkm1u1_yA&t=17s

RESUMEN

El cambio climático representa uno de los mayores retos que se enfrenta en la actualidad, impulsado principalmente por el aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, lo que ocasiona cambios irreversibles tales como el aumento de las temperaturas, la ocurrencia de desastres naturales y la intensificación de las sequías. Estos cambios se han atribuido a actividades antropogénicas como la ganadería y agricultura que afectan significativamente a los ecosistemas. Aunado a lo anterior, el ecosistema pastizal es uno de los más fragmentados en las últimas décadas derivado de las actividades antropogénicas. Los suelos de estos ecosistemas son uno de los más importantes reservorios de carbono en el planeta, por lo que estudiarlo es de suma importancia. El objetivo de esta investigación es estimar el contenido de carbono orgánico en el suelo y caracterizar la cobertura vegetal en un pastizal mediano abierto al noroeste del estado de Durango. Se estableció una malla de 26 puntos de muestreo, en los cuales se tomó una muestra de suelo (0-30 cm) para la determinación del COS y MO, así mismo, se realizó la estimación de la cobertura vegetal. El contenido del COS fue de 43.67 Mg ha⁻¹, mientras que el promedio para la MO fue de 2.18 %. La mayor cobertura del suelo estuvo representada por un 63.2 ± 3.9 % de pasto, seguido de otra cobertura (19.9 ± 3.6 %) y en menor proporción con un 4.6 ± 1.6 % el suelo desnudo. Estos valores encontrados son importantes para el establecimiento de una línea base en el ecosistema pastizal, así mismo, representa un área de oportunidad para un mejor aprovechamiento de este ecosistema. El conjunto de datos obtenidos sugiere que el pastizal estudiado representa un alto potencial para almacenar carbono, tanto en la vegetación como en el suelo.



Antecedentes

El cambio climático y el aumento de las concentraciones de gases efecto invernadero, se han convertido en desafíos ambientales que requieren atención inmediata debido a los cambios irreversibles que están provocando (Garreaud, 2011; Sánchez, 2008). Si bien los procesos naturales influyen en el cambio climático, el factor más significativo es la actividad humana, ya que la tala de bosques, la ganadería, la agricultura y la quema de combustibles fósiles, como el carbón y petróleo han contribuido en gran medida al incremento del efecto invernadero (Caballero *et al.*, 2007).

Los ecosistemas, incluyendo los bosques, selvas y pastizales, poseen una capacidad significativa para reducir el carbono atmosférico a través de los ciclos naturales (Fonseca-González, 2017; Schulze *et al.*, 2000). En particular, los pastizales que cubren vastas extensiones de territorio en todo el mundo desempeñan un papel crucial en la captura de carbono (De León *et al.*, 2014). Dentro de este ecosistema, las estimaciones del almacenamiento y liberación del carbono dependen del tipo de vegetación, el cambio del uso de suelo y de la edad de la vegetación (Romero-Sánchez *et al.*, 2022). Para obtener estas estimaciones, es importante conocer la biomasa vegetal, ya que permite determinar la capacidad de los ecosistemas para acumular materia orgánica aérea y subterránea en un periodo de tiempo, mediante el análisis de datos y la obtención resultados (Houghton, 2005; Houghton *et al.*, 2009).

El ciclo de carbono se considera como un conjunto de cuatro depósitos interconectados en los que se encuentra la atmósfera, la biosfera terrestre (incluyendo los sistemas de agua dulce), los océanos y los sedimentos (incluso los sedimentos fósiles), e Estos depósitos pueden actuar como fuentes que liberan el carbono o como sumideros lo absorben, integrándose así el ciclo del carbono (Ciesla, 1996). Estudios describen que este ciclo comienza con la fijación del carbono atmosférico a través de la fotosíntesis realizada por las plantas y algunos microorganismos. Durante este proceso, el CO₂ y el agua reaccionan para formar hidratos de carbono, liberando O₂ a la atmósfera. Estos hidratos de carbono son consumidos por la vegetación para obtener energía y el CO₂ resultante es liberado a través de las hojas y raíces (Orellana *et al.*, 2012).

En la ganadería, los pastizales constituyen la principal fuente de alimento para el ganado (Hewins, *et al.*, 2018). La FAO (2018) señala que el pastoreo desempeña diversas funciones y roles ecológicos, como la eliminación de biomasa, lo que fomenta el rebrote y evita la acumulación de material muerto, la prevención de incendios forestales, la regulación hídrica y la mejora de la calidad del agua. Además, el pastoreo contribuye a la creación de paisajes diversos, a la conservación de la biodiversidad de los pastizales y polinizadores, y a la dispersión de semillas a través de la indigestión y liberación del estiércol, así como el aporte de materia orgánica y nutrientes.



En México, los pastizales constituyen un recurso vital de forraje natural, cubriendo el 57 % del área total en prados. Estos pastizales semiáridos están compuestos por amplias áreas de pastos forrajeros nativos (de 20 a 70 cm de altura), arbustos y árboles que alimentan al ganado (bovinos, ovinos, caprinos y equinos) y a la vida silvestre. La productividad de estos pastos es generalmente baja y variable, oscila entre menos de 1 tonelada y 7 toneladas por hectárea por año, dependiendo del grado de aridez de la región, y la densidad de población animal que oscila entre 1,25 y 8 hectáreas por unidad de ganado (COTECOCA, 2020).

Justificación

Debido a la gran acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera, es necesario establecer valores de referencia en el contenido de carbono orgánico en suelos en un ecosistema de pastizal mediano abierto en el estado de Durango.

Objetivo

El objetivo de este trabajo es Estimar el contenido de carbono orgánico en el suelo y caracterizar la cobertura vegetal en un pastizal mediano abierto al noroeste del estado de Durango.

Materiales y métodos

El área de estudio se encuentra al noroeste del estado de Durango, en el poblado Benjamín Aranda, municipio de Canatlán. Esta zona se caracteriza por tener un pastizal medianamente abierto, clasificado en las categorías b y c. El área abarca 194 hectáreas, donde se establecieron 20 puntos de muestreo aleatorios, conforme a la NOM-021-RECNAT-2000. Los sitios de colecta se definieron utilizando el método de rejilla de puntos equidistantes, generada mediante el software QGis versión 3.34.1.

En cada uno de los puntos de muestreo se caracterizó la cubierta vegetal existente por medio del cuadro latino, así mismo, se realizó una estimación de la cobertura vegetal. Se recolectó vegetación la cual fue colocada en bolsas de papel, estos pasaron por un proceso de deshidratación en una estufa de secado durante 24 horas; y suelo a una profundidad de 0-30 cm, evitando otros componentes. Posteriormente, las muestras se procesaron con un tamiz de 2 mm, de las cuales se tomaron 30 mg para colocarlas en un matraz Erlenmeyer de 500 ml, junto con 10 ml de solución de dicromato de potasio 0.17 M y 10 ml de ácido sulfúrico concentrado. La mezcla se agitó vigorosamente durante un minuto y luego se dejó reposar por 30 min. Transcurrido este tiempo, se añadieron 100 ml de agua destilada y 5 ml de ácido fosfórico concentrado. Después de 10 min, se agregaron entre 20 y 30 gotas de difenilamina al 0.5% y se valoró gota a gota con una solución de sulfato ferroso 1M, hasta que el color de la mezcla cambió de púrpura oscuro a verde claro. Se realizó un blanco para cada serie de muestras analizadas.



Posteriormente, se dividió el porcentaje de densidad aparente entre 1.724. La densidad aparente (DA) se determinó utilizando el método de probeta, el cual requiere 100 g de muestra. Esta muestra se colocó en una estufa de secado durante 24 horas para eliminar la humedad. Luego, en una probeta de 50 ml, se introdujo la muestra poco a poco, con golpes suaves en una superficie plana, hasta alcanzar la marca de 50 ml y se realizó el pesaje para poder realizar los cálculos.

El carbono absorbido del suelo (CAS, t C /ha) se estimó a partir del porcentaje de C en el suelo (% CS), la densidad aparente (DA) y la profundidad de muestreo (P), usando la fórmula:

$$\text{CAS} = \% \text{CS} \times \text{DA} \times \text{P}.$$

Resultados y discusión

Los resultados preliminares corresponden a la época de secas. La estimación de carbono absorbido en suelo es de 43.6 MG ha y en la estimación de la cobertura vegetal está principalmente dominada por pasto, con un 62.2% mientras que el suelo desnudo representa solo un 4.6% (cuadro 1). El CAS obtenido resalta la capacidad de suelos para almacenar el carbono, los porcentajes de cobertura vegetal sugieren que la vegetación está bien establecida y puede estar contribuyendo de manera eficiente al almacenamiento de carbono. La DA del suelo no presenta una compactación excesiva, sin embargo, esto nos indica que puede limitar la capacidad de las plantas para infiltrar agua o nutrirse adecuadamente.

Cuadro 1. Estimación del contenido de carbono orgánico en el suelo y caracterización de la cobertura vegetal

Parámetros	Valores
Carbono absorbido en suelo (Mg ha ⁻¹)	43.66 ± 3.8
Densidad aparente (g/ml)	1.1 ± 0.03
Pasto (%)	62.2 ± 3.96
Hierba (%)	12.8 ± 2.53
Otra cobertura (%)	19.9 ± 3.68
Suelo desnudo (%)	4.6 ± 1.66

Varios estudios previos han demostrado la importancia de los pastizales en el secuestro de carbono, tanto en vegetación como en los suelos. Un estudio en Argentina reportó un valor similar de carbono orgánico dando como resultado 43.2 Mg ha⁻¹ (Cruz *et al.*, 2015). Por otra parte, en pastizales de China, se han reportados coberturas densas



similares que almacenaban entre 40-45 Mg ha⁻¹ de carbono (Zhang *et al.*,2017). Esto sugiere que el área estudiada tiene un potencial similar en términos de almacenamiento y captura de carbono. Además, el bajo porcentaje que se presenta en el área de estudio es un factor positivo, ya que la falta de vegetación reduce la capacidad de ecosistema de capturar CO₂ atmosférico.

Conclusión

El análisis de los datos obtenidos en este estudio sugiere que el pastizal mediano abierto presenta un alto potencial para almacenar carbono en el suelo. La vegetación bien establecida, junto con el bajo porcentaje de suelo desnudo, son factores clave que favorecen el proceso de captura y almacenamiento de carbono. Estos resultados destacan la importancia de los pastizales como ecosistemas capaces de contribuir significativamente a la mitigación del cambio climático, dado su rol en el secuestro de carbono atmosférico. La caracterización de la línea base del carbono orgánico en los suelos de pastizales es un paso fundamental para desarrollar estrategias de conservación más efectivas y para el manejo sostenible de estos ecosistemas. Establecer esta línea base no solo ayuda a monitorear cambios en el almacenamiento de carbono a lo largo del tiempo, sino que también proporciona una herramienta clave para evaluar el impacto de diversas prácticas de manejo de tierras sobre la capacidad de los pastizales para almacenar carbono. Además, este tipo de estudios permite identificar áreas con mayor potencial de secuestro de carbono, lo cual es esencial para diseñar políticas de manejo ambiental y de restauración de pastizales.

Es importante señalar que, si bien los pastizales en buen estado pueden ser importantes sumideros de carbono, las malas prácticas de manejo o el sobrepastoreo pueden reducir drásticamente su capacidad de secuestro. Por lo tanto, promover prácticas de manejo sostenible y la conservación de estos ecosistemas se convierte en una prioridad para fortalecer su rol en la captura de carbono. El monitoreo continuo y la evaluación periódica de los niveles de carbono en los suelos de pastizales permitirán no solo optimizar las estrategias de conservación, sino también mejorar la resiliencia de estos ecosistemas frente a las variaciones climáticas y los impactos del cambio global. Así, se podrán diseñar intervenciones específicas para maximizar la captura de carbono y garantizar la sostenibilidad a largo plazo de los pastizales en la región. En resumen, este estudio proporciona una base sólida para futuras investigaciones y programas de conservación, resaltando la importancia de los pastizales no solo para la biodiversidad, sino también como aliados en la lucha contra el cambio climático a través del secuestro de carbono.



Bibliografía

- Caballero, M.; Lozano, S. y Ortega, B. (2007). *Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra*. Instituto de geofísica y geología. Universidad Nacional Autónoma de México. 8(10):11.
- Ciesla W., M. (1996). *Cambio climático, bosque y ordenación forestal*. Una visión de conjunto. Roma, Italia. FAO. 115p.
- COTECOCA. (2002). *Manual de organización de la comisión técnica consultiva de coeficientes de agostadero*, SAGARPA, 28 p. Obtenido de <http://normateca.sagarpa.gob.mx>
- Cruz, M., García, O., y Martínez, J. (2015). *Almacenamiento de carbono en suelos de pastizales naturales en Argentina*. Journal of Environmental Management, 56(4), 672-681.
- De León, G; Pinedo, A.; Martínez. (2014). *Aplicaciones de sensores remotos en el país Fragmento de paisaje de Cuchilla de las Zarcas*, México. Investig Geogr. México.84: 247-274
- FAO. (2018). *Soluciones ganaderas para el cambio climático*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/i8098es/l8098ES.pdf>
- Fonseca-González W. (2017). *Revisión de métodos para el monitoreo de biomasa y carbono vegetal en ecosistemas forestales tropicales*. Revista de Ciencias Ambientales 51:91-109, <http://dx.doi.org/10.15359/rca.51-2.5>
- Garreaud R. D. (2011). *Cambio climático: bases físicas e impactos en Chile*. Revista Tierra Adentro (INIA-Chile) 93:13-19
- Hewins D. B., M. P. Lyseng, D. F. Schoderbek, M. Alexander, W. D. Willms, C. N. Carlyle, ... y E. W. Bork (2018). *Grazing and climate effects on soil organic carbon concentration and particle-size association in northern grasslands*. Scientific Reports 8:1336, <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19785-1>
- Houghton, R. A. (2005). *Aboveground forest biomass and the global carbon balance*. Global Change Biology, 11(6), 945-958. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2005.00955.x>
- Houghton, R. A., Hall, F., y Goetz, S. J. (2009). *Importance of biomass in the global carbon cycle*. Journal of Geophysical Research: Biogeosciences, 114(2), 1-13. <https://doi.org/10.1029/2009JG000935>
- Orellana, G., Sandoval, M. L., Linares, G., García, N. E. y Tamariz, J. V. (2012). *Descripción de la dinámica de carbono en suelos forestales mediante un modelo de reservorios*. Avances en Ciencias e Ingeniería. 3(1): 123-135.
- Romero-Sánchez, M. E., Velasco-Bautista, E., Josué Meza-Juárez, D. y Pérez-Miranda, R. (2022). *Análisis y estimación del contenido de carbono en pastizales halófilos de la zona central semi-árida de México*. Terra Latinoamericana, 40, 1-14. e1007. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1007>
- Sánchez V. M. V. (2008). *El efecto invernadero*. Revista Biocenosis 21:51-54.
- Schulze E. D., C. Wirth y M. Heimann. (2000). *Managing forests after Kyoto*. Science 289:2058-2059, <https://doi.org/10.1126/science.289.5487.2058>



2025-06-AFA

Estimación del rendimiento en maíz forrajero usando variables morfométricas

Urrieta Velázquez José Alberto¹, Marcial Pablo Mariana de Jesús², Jiménez Jiménez Sergio Iván³, Andrade Hoyos Petra⁴

^{1, 2, 3}Km. 6.5 Margen Derecho Canal de Sacramento S/N. Ejido Las Huertas, Gómez Palacio, Durango. CENID-RASPA, INIFAP. ⁴Campo Experimental Zacatepec, INIFAP. km 0.5 Carretera Zacatepec-Galeana S/N. Colonia IMMS, Zacatepec, Morelos. urrieta.jose@inifap.gob.mx, marcial.pablo@inifap.gob.mx, jimenez.sergio@inifap.gob.mx, andrade.petra@inifap.gob.mx

RESUMEN

La estimación y predicción del rendimiento en maíz forrajero surge a partir de la necesidad de los productores lecheros de conocer volúmenes de forraje, capacidad del transporte y almacenamiento y, a nivel regional, predecir el déficit del mismo para un rancho en particular. Al respecto, se han desarrollado metodologías de campo e implementado modelos matemáticos usando variables biofísicas, las cuales se han podido utilizar en las nuevas tecnologías de los sensores remotos. Así, el objetivo de ésta investigación fue determinar una metodología simple que pueda estimar el rendimiento del maíz forrajero. Para ello, se comparó la metodología tradicional usando variables del manejo del cultivo y su crecimiento y una metodología a base del diámetro del tallo. Los resultados muestran que es posible simplificar la estimación del rendimiento en el maíz forrajero usando el diámetro del tallo, ya que se tuvo un 97.91-98.94% de certeza con respecto al rendimiento real registrado por el productor para los dos híbridos que se produjeron.

ANTECEDENTES

La estimación del rendimiento en los cultivos ha sido un tema importante para cuestiones de mercado, almacenamiento, transporte y estadísticas, para la cual se han construido modelos a base información del suelo, el clima y el cultivo, así como su manejo agronómico (Soria-Ruiz *et al.*, 2003; Streck *et al.*, 2008; Owino y Söffker, 2021). Actualmente, éstos modelos han evolucionado a modelos matemáticos y algoritmos para su predicción con base en información óptica del cultivo en respuesta al clima y características del suelo, a pesar de ello, se requiere la calibración de los modelos de forma local con información de campo para dar máxima precisión a dichos modelos (Noriega-Navarrete *et al.*, 2021). En años recientes, la simulación con modelos de crecimiento ha sido de gran ayuda porque se incluye el efecto de factores como la fertilidad, competencia por maleza o estrés hídrico. Ello confirma que la información de



campo es muy importante para la construcción de modelos de crecimiento, estimación y predicción del rendimiento.

JUSTIFICACIÓN

A pesar de que existen varios modelos de crecimiento que ayudan a estimar o predecir el rendimiento, siempre es básico calibrar los modelos con variables biofísicas locales para las variedades o cultivos específicos y época de cultivo (Chang *et al.*, 2023). Así, definir los componentes principales del rendimiento en maíz forrajero y las variables que determinan su crecimiento y fenología son básicas para estimar el rendimiento a nivel de campo para su uso o incorporación en modelos de crecimiento y sensores remotos que faciliten dichas actividades a nivel de campo (Reid, 2016).

OBJETIVO

Establecer una metodología para estimar el rendimiento del maíz forrajero usando variables de crecimiento y de campo para la Región Lagunera.

METODOLOGÍA

El sitio experimental fue establecido en un rancho comercial del municipio de Francisco I. Madero, Coahuila (25.86247, -103.2107), donde fueron establecidos dos híbridos de maíz forrajero en dos tablas diferentes (Tabla 3: Armadillo y Tabla 4: H3270) durante el ciclo P-V, cuyas fechas de siembra fueron el 25 de febrero (Armadillo) y 4 de marzo (H3270) del 2024. La siembra se hizo a 4.5-5.0 cm de profundidad, 75 cm entre hileras y 14 cm entre plantas cuya densidad de población estimada fue de 96,000 plantas por hectárea. Para estimar el rendimiento, se procedió de dos formas: la tradicional con base en variables del cultivo (densidad de población, forraje verde y forraje seco en kg/planta) y factores de corrección medidos en campo (porcentaje de emergencia, longitud de surcos, efecto de orilla y bordos). El primer paso fue conocer la densidad de población establecida (DPe, en plantas/metro lineal-NPmLe) proporcionada por el productor como distancia entre plantas; en campo, se cuantificó el número de plantas por m lineal real (NPmLr) una o dos semanas después de la siembra, de donde se obtuvo el porcentaje de emergencia (PE) por regla de tres. El siguiente paso fue medir la longitud de los surcos (LSp) con planta (m), y contar los bordos (NB) y su ancho (AB) por hectárea $((1-(\text{Número de bordos} \times \text{Ancho de bordo})/100)$, en m) ajustando así por área de bordos (AB). De donde fue posible calcular la densidad de población (DP), a través del número de plantas por surco (NPSr) y el número de surcos por hectárea (NShar) aproximado calculado con la distancia entre hileras (DH) en m $((100-AB)/DH)$. Para ajustar por efecto de orilla (Or), se midió la longitud del surco donde las plantas tenían más de 15% menor altura que el resto de la población $((1-(\text{orilla}/100)$, en m).

Para estimar la densidad de población ajustada, se usó la siguiente operación (Ecuación 1):



$$DP = (NPSr * NShar) * \left(\frac{NPmLe * 100}{NPmLr}\right) * \left(\frac{Lsp}{100}\right) * \left(1 - \frac{NB * AB}{100}\right) * \left(1 - \left(\frac{Or}{100}\right)\right)$$

Finalmente, una o dos semanas antes de la cosecha se realizó el muestreo de forraje verde (FV o biomasa fresca) en kg/planta. Este último parámetro se multiplicó por la densidad de población estimada y ajustada de la Ecuación 1 para determinar el rendimiento por hectárea, como sigue:

Rendimiento de forraje verde (RFV):

$$RFV = DP * kgFV$$

La segunda forma de estimar el rendimiento fue usando relaciones morfométricas entre el diámetro del tallo (mayor y menor) medido a la altura del corte para forraje verde, donde se tomaron los valores máximos de cada variedad como se indica en la siguiente relación numérica:

$$R = \left(Dmy + \left(\frac{Dmn}{Dmy}\right)\right) + (Dmy - Dmn)$$

Donde:

R= Rendimiento (toneladas).

Dmy= Diámetro mayor del tallo (mm).

Dmn= Diámetro menor del tallo (mm).

También se registraron variables ambientales usando una estación meteorológica (Davis®, Modelo Vantage Pro) durante el periodo de crecimiento del maíz forrajero. Las variables de crecimiento fueron analizadas realizando un ANOVA y una prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$) utilizando el software SAS/STAT ver. 9.4 para Windows (SAS Institute Inc., 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para estimar el rendimiento del maíz forrajero se calculó el porcentaje de emergencia usando la densidad de población establecida y la cuantificada en campo, comparando el número de plantas por metro lineal dado por el productor (7.69) y el cuantificado en campo de 6.73 y 6.63 para los híbridos Armadillo y H3270 respectivamente, obteniendo valores de 87.44% y 86.10% en el mismo orden. Usando el mismo valor de plantas por metro lineal, se determinó la densidad de población estimando las plantas por surco cuya longitud real fue medida y, con la distancia entre hileras (75 cm) se determinó el número de surcos, calculando así una población real de 79327.64 plantas/ha y 78110.24 plantas/ha para Armadillo y H3270 respectivamente. Dichas densidades



fueron ajustadas por el porcentaje de emergencia obteniendo valores de 69368.76 plantas/ha para Armadillo y 67255.95 plantas/ha para H3270. Dichas densidades se ajustaron nuevamente por efecto de orilla al medir 6 m y 4.5 m registrado en las tablas donde estuvieron establecidos los híbridos Armadillo y H3270 respectivamente, así resultaron en 61294.23 plantas/hay 61339.11 plantas/ha en el mismo orden. Finalmente, se hizo el ajuste por bordos (1.98 m de ancho) donde se cuantificaron 2 bordos por hectárea por el ancho de melga establecido, quedando las densidades de población reales de 57701.42 plantas/ha y 57743.66 plantas/ha para los híbridos Armadillo y H3270 respectivamente, las cuales se multiplicaron por el rendimiento de forraje verde por planta determinado de 0.9276 kg/planta para Armadillo y 0.7637 kg/planta para H3270, lo que representó un rendimiento de 53.52 t/ha para Armadillo y 44.10 t/ha para H3270. Dichos valores sobreestiman el rendimiento real reportado por el productor para los mismos sitios (tablas) de ambos híbridos de 42 y 33 t/ha para Armadillo y H3270 respectivamente.

Utilizando la metodología de las relaciones morfométricas entre el diámetro del tallo y el rendimiento, el rendimiento estimado fue 41.12 t/ha y 32.65 t/ha para Armadillo y H3270 respectivamente, y cuya probabilidad fue de 97.91% y 98.94% en ese mismo orden. Es importante destacar que el diámetro máximo se observó desde los 48 dds en el híbrido Armadillo y a los 81 dds en el híbrido H3270, esto significa que es posible tener una estimación muy anticipada del rendimiento como se observa en la Figura 1, el diámetro del tallo alcanza su máximo valor y luego disminuye debido a la movilidad de reservas hacia estructuras de mayor demanda como la formación del jilote y espiga.

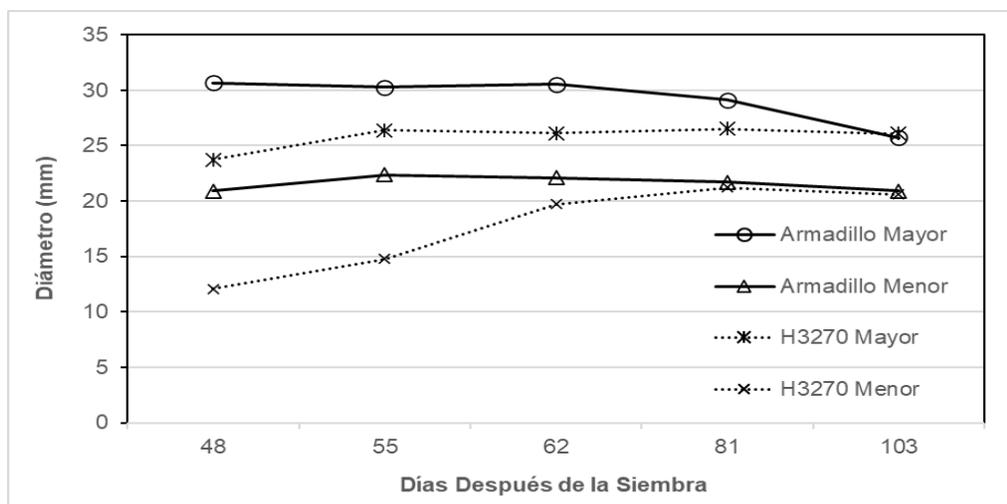


Figura 1. Dinámica de crecimiento del diámetro del tallo en maíz forrajero en la Región Lagunera



En la Figura 2 se observa el rendimiento estimado con las dos metodologías en comparación con el rendimiento registrado por el productor, donde es posible apreciar que usando los diámetros del tallo a nivel del corte para forraje es posible estimar mejor el rendimiento de forraje verde en el maíz ya que se aproxima mejor al registrado por el productor. Esta es información confiable para su integración a sensoria remota y su calibración en otras regiones y variedades, facilitando dicha labor de campo y posiblemente menor costo.

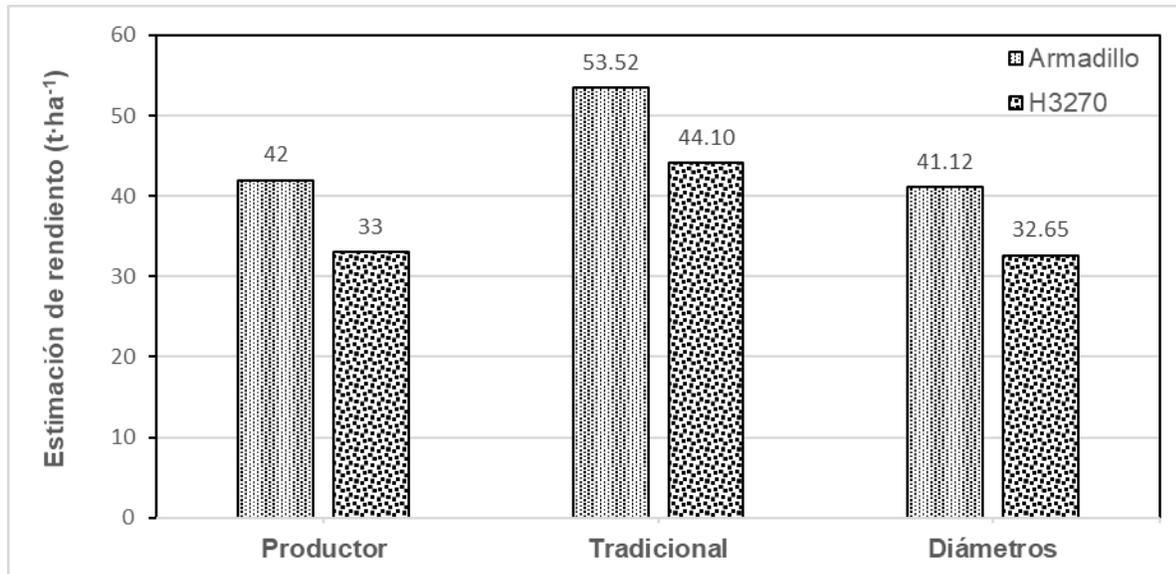


Figura 2. Rendimiento registrado (productor) y estimado usando dos metodologías de campo (Tradicional y diámetro mayor y menor del tallo) en maíz forrajero cultivado en la Región Lagunera

Debido a cambio recientes en el clima, el mantener el rendimiento y calidad en los cultivos ha sido todo un reto pues se requieren nuevos genotipos adaptados a las variaciones locales del tiempo atmosférico que mantengan su rendimiento y calidad que el ganadero requiere para el balanceo de las dietas animales (Joaquín *et al.*, 2022; Taube *et al.*, 2020).

CONCLUSIÓN

El rendimiento del maíz forrajero en la Región Lagunera puede ser estimado con base en los diámetros del tallo medidos a nivel del corte para forraje verde con una aproximación de 97.91-98.94% con respecto al rendimiento registrado por el productor.



BIBLIOGRAFÍA

- Chang Y., Latham J., Licht M., Wang L. (2023) A data-driven crop model for maize yield prediction. *Communications Biology* 6, 439. <https://doi.org/10.1038/s42003-023-04833-y>
- Joaquín C. S., Rocandio R. M., Álvarez V. P., Hernández G. F. J., Limas M. A. G., Garay M. J. R. (2022) Yield and nutritional value of forage and silage of native corns in subtropical conditions. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 13(5), 873-881. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i5.3231>
- Noriega-Navarrete J. L., Salazar-Moreno R., López-Cruz I. L. (2021) Revisión: modelos de crecimiento y rendimiento de maíz en escenarios de cambio climático. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 12(1), 127-140. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i1.2552>
- Owino L., Söffker D. (2021) Modeling and prediction of corn growth during vegetative phase. *Évora, Portugal* 4-8. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20220278637>
- Reid J. B. (2016) A preliminary model of sweet corn growth and yield. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 45(2), 130-149. <http://dx.doi.org/10.1080/01140671.2016.1264078>
- SAS Institute Inc. 2016. SAS/STAT ver. 9.4 para Windows. North Carolina, U.S.A.
- Soria-Ruiz J., Fernandes-Ordóñez Y., Granados-Ramírez R. (2003) Methodology for prediction of corn yield using remote sensing satellite data in Central Mexico. *Informaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía* 55, 61-78. ISSN 0188-4611.
- Streck N. A., Lago I., Fernandes G. L., Kaufmann S. F. (2008) Simulating maize phenology as a function of air temperature with a linear and a nonlinear model. *Pes. Agropec. Brasi., Brasília* 43(4), 449-445. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008000400002>
- Taube F., Vogeler I., Kluß C., Herrmann A., Hasler M., Rath J., Loges R., Malisch C. S. (2020) Yield progress in forage maize in NW Europe—breeding progress or climate change effects? *Frontiers in Plant Science* 11, 1214. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01214>



2025-07-AFA

**Aislamiento e identificación de microorganismos de *Agave durangensis* con
actividad celulolítica**



2025-08-AFA

Evaluación de nuevas variedades de frijol y tecnologías de producción para el altiplano semiárido de México

Odilón Gayosso-Barragán¹, Griselda Chávez-Aguilar¹, Jorge Alberto Acosta-Gallegos², Juan Samuel Guadalupe Jesús Alcalá-Rico³, Deli Nazmín Tirado-González⁴, Ulises Aranda-Lara⁵

¹Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Agricultura Familiar-INIFAP, Ojuelos de Jalisco, Jal., México. ²Campo Experimental Bajío-INIFAP, Celaya, Guanajuato, México. ³Campo Experimental Las Huastecas-INIFAP, Altamira, Tamaulipas, México. ⁴Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes-TecNM, El Llano, Aguascalientes, México. ⁵Campo Experimental Río Bravo-INIFAP, Reynosa, Tamaulipas, México. gayosso.odilon@inifap.gob.mx

Antecedentes

El altiplano semiárido de México se enfrenta a múltiples desafíos agrícolas debido a sus condiciones climáticas adversas, caracterizadas por la escasez de agua, suelos pobres y temperaturas extremas. En este contexto, la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris*) es de suma importancia, siendo un cultivo básico en la dieta mexicana y una fuente crucial de proteína vegetal. Los esfuerzos de mejoramiento genético y desarrollo de nuevas variedades están orientados a obtener plantas más resistentes, productivas y adaptadas a diversas condiciones climáticas y de suelo (Hamdan y Tan, 2024). Estudios recientes han demostrado avances significativos en la identificación de genes de resistencia y su incorporación en nuevas variedades (Diaz *et al.*, 2021; Tang y Feng, 2023). Además, se ha trabajado en variedades que toleren mejor el estrés hídrico y las altas temperaturas, que son cada vez más frecuentes debido al cambio climático. También se ha puesto énfasis en mejorar la calidad nutricional del frijol. Investigaciones han revelado que, mediante cruzamientos selectivos, es posible aumentar el contenido de proteínas, hierro y zinc en los frijoles, contribuyendo a combatir la malnutrición (Beebe, 2020). La adopción de estas nuevas variedades no solo tiene el potencial de mejorar la seguridad alimentaria, sino también de incrementar los ingresos de los agricultores al ofrecer productos de mayor valor en el mercado.

La adopción de tecnologías de producción avanzadas también ha mostrado ser efectiva en la mejora de los rendimientos. Estas tecnologías incluyen la labranza vertical, inoculación de semillas con micorrizas, captación eficiente del agua de lluvia, uso de camas de siembra con altas densidades, fertilización foliar y el control integrado de plagas, logrando un aumento significativo en el rendimiento del cultivo del frijol y una mayor resiliencia ante los desafíos climáticos. Estas prácticas no solo benefician la producción actual, sino que también sientan las bases para una agricultura más sostenible y eficiente en el futuro. Los estudios indican que la combinación de nuevas variedades de frijol y tecnologías de producción puede llevar a incrementos significativos en los rendimientos y a una mayor sostenibilidad de los sistemas agrícolas. Estas innovaciones benefician a los agricultores, aumentan sus ingresos, y contribuyen a la seguridad alimentaria y la resiliencia frente al cambio climático. El objetivo de



este trabajo fue evaluar el potencial de rendimiento de variedades mejoradas de frijol del INIFAP y tecnologías sustentables de producción en el Altiplano Semiárido de México.

Materiales y métodos

Se establecieron parcelas experimentales en dos sitios. El primer sitio se ubicó en el CENID Agricultura Familiar, en Ojuelos de Jalisco, Jalisco (21°46'52.25"N, 101°36'29.56"O; 2,240 m de altitud); bajo condiciones de temporal. El segundo sitio se localizó en los terrenos agrícolas de un productor cooperante también en Ojuelos de Jalisco, en la localidad La Blanquita, en el extremo sur del Altiplano Central (21°54'19" N, 101° 43'34" W; 2,129 m de altitud), con riego por goteo. En ambas parcelas se sembraron las variedades: Pinto Semilla Local, Pinto Saltillo, Pinto Centauro, NOD-1, San Luis 22, Pinto San Rafael, Pinto Rarámuri, Pinto Salinas, F.J. León, F.M. Eugenia, Tepehuán-RS y Negro Verdín, variedades generadas en el programa de mejoramiento genético del INIFAP. Como tratamiento testigo, se utilizó la semilla de frijol comúnmente sembrada en la región, Pinto Semilla Local, la cual se manejó con las mismas prácticas agronómicas empleadas por los productores locales. Este tratamiento, y el de cada variedad mejorada de frijol se distribuyeron en 8 surcos de 80 m de largo, dejando un surco sin sembrar entre variedades para evitar la mezcla y asegurar la integridad genética de cada variedad.

Para todos los tratamientos se llevó a cabo el manejo agronómico correspondiente para el cultivo de frijol en la región, referente al control de plagas, enfermedades y malezas. Al momento de la siembra se aplicaron 100 kg por hectárea de fosfato diamónico (18-46-00) y en floración se aplicó de manera foliar 4 kg de urea y 2 litros de ácido fosfórico en 200 litro de agua. El control de malezas se realizó con la aplicación del herbicida Basagran 480 (bentazón) a dosis de 2 litros por hectárea, en etapa postemergente cuando la maleza tenía de 2-4 hojas verdaderas y altura de 5-7cm. Para el control de insectos plaga se realizó una aplicación del insecticida Exalt (Spinetoram) a dosis de 200 ml por hectárea. Además, en cada parcela se integró el sistema de conteo o pileteo para la captación de lluvia; la inoculación de la semilla con el biofertilizante micorrízico INIFAP, al momento de la siembra; la aplicación de hormonas de crecimiento a base de giberelinas (10 g ha⁻¹); lixiviados orgánicos generados en el laboratorio de Biotecnología Agropecuaria y Forestal (CE Río Bravo) en el Noreste de México, aplicados al suelo (170 L ha⁻¹) al momento de la siembra, y de manera foliar antes de la floración del cultivo; y la siembra en camas de 1.6 m de ancho con 4 hileras, con incremento de la densidad de plantas por hectárea, en la parcelas con riego. En madurez fisiológica de cosecharon las plantas correspondientes en cada unidad experimental, en un diseño de bloque completos al azar y se registraron las variables: número de vainas por planta, longitud de vaina (cm), número de semillas por vaina, peso de biomasa aérea (kg ha⁻¹), rendimiento de grano (kg ha⁻¹) y biomasa total (kg ha⁻¹). Se realizó un análisis de varianza (ANOVA), pruebas de comparación de medias ($p \leq 0.01$) y correlaciones de Pearson para las variables evaluadas.

Resultados y discusión

Para las variables de número de vainas por planta y de semillas por vaina, solo se observaron diferencias estadísticamente significativas entre variedades de frijol evaluadas ($p < 0.0001$). La variedad Tepehuán-RS presentó el mayor promedio de vainas por planta, con 24 vainas por



planta en condiciones de temporal y 28 en condiciones de riego, lo cual sugiere que esta variedad de frijol presenta alta estabilidad y adaptabilidad en distintas condiciones de humedad. Por su parte, el frijol Pinto Saltillo, desarrollada por el INIFAP, presentó el tercer lugar con mayor número de vainas por planta (22 vainas), en condiciones de riego. Estos resultados pueden ser indicadores de la variabilidad genética presentada entre las variedades de frijol, sugiriendo que factores como la adaptación al estrés hídrico y la eficiencia en la asignación de recursos fotosintéticos podrían estar influyendo en el rendimiento de vainas por planta.

Para la variable agronómica largo de vaina (mm), se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre las variedades de frijol, el ambiente (temporal y riego) y la interacción entre ambas variables (variedad*ambiente; $p < 0.0001$). En el análisis por ambiente, la variedad Pinto Rarámuri mostró el mayor largo de vaina promedio en condiciones de riego, alcanzando una longitud de 113.95 mm. Estos resultados sugieren una mayor eficiencia de esta variedad mejorada de frijol, en la utilización de los recursos hídricos disponibles para el crecimiento de las vainas. Paralelamente, la variedad de F.M. Eugenia desarrolló el segundo mayor largo de vaina en temporal, con una longitud promedio de 106.12 mm; lo que sugiere una buena adaptabilidad de la variedad de frijol a condiciones de manejo convencional, donde la disponibilidad de agua puede ser más limitada en comparación con el riego. Asimismo, Tepehuán-RS mostró una longitud de vaina promedio de 105.85 mm en riego, lo que lo posiciona a esta variedad como una opción competitiva en condiciones de riego; sugiriendo que la variedad Tepehuán-RS mantiene un desarrollo robusto de vainas, incluso cuando se optimiza la disponibilidad de agua, lo que podría estar relacionado con su genética que favorece a su vez el crecimiento celular y la elongación de las vainas.

Las variables de biomasa aérea (kg ha^{-1}), biomasa total (kg ha^{-1}) y rendimiento de grano (kg ha^{-1}) mostraron diferencias altamente significativas ($p < 0.0001$; Cuadro 1) entre las variedades de frijol y el ambiente del cultivo (temporal y riego). En condiciones de riego, la variedad Tepehuán-RS destacó con la mayor biomasa aérea y total, alcanzando 2690.90 y 5702.10 kg ha^{-1} , respectivamente; lo cual sugiere una alta capacidad de crecimiento vegetativo y acumulación de biomasa en condiciones ideales de disponibilidad de agua. En cuanto a la variedad F.J. León fue la que presentó la segunda mayor biomasa aérea (2211.70 kg ha^{-1}), mientras que la de Pinto saltillo (desarrollada por el INIFAP) fue la segunda en biomasa total, con 5002.00 kg ha^{-1} .

Para la biomasa total y el rendimiento de grano en temporal, la variedad San Luis 22 fue la que presentó los valores más altos, con 2915.60 y 1856.30 kg ha^{-1} , respectivamente. Este rendimiento de grano en condiciones de temporal, indica que el frijol San Luis 22 es una buena opción para cultivos de producción de temporal, posiblemente a su resistencia al estrés hídrico y eficiencia en la asignación de recursos para el desarrollo de granos. En cuanto al rendimiento de grano en condiciones de riego, Pinto saltillo desarrollado por el INIFAP, presentó el mayor valor, con 3319.40 kg ha^{-1} , seguido del Tepehuán-RS con 3021.20 kg ha^{-1} . Estos altos valores en condiciones de riego destacan el potencial de ambas variedades mejoradas para maximizar la producción de grano cuando se optimiza la disponibilidad de agua, posiblemente a una mayor translocación de fotosintatos hacia los órganos reproductivos.



El índice de cosecha (IC), una medida que refleja la eficiencia de la planta para convertir la biomasa total en grano utilizable mostró diferencias altamente significativas ($p < 0.0001$) entre las variedades de frijol y en la interacción variedad y ambiente (temporal y riego). La variedad Tepehuán-RS en condiciones de temporal presentó el valor más alto (0.703; Cuadro 1), lo que claramente refleja que cuenta con una alta eficiencia en la asignación de biomasa hacia la producción de grano, incluso en condiciones limitantes de agua. Este resultado sugiere que Tepehuán-RS tiene una excelente adaptación para maximizar la producción de grano en sistemas de temporal, probablemente debido a una eficiente partición de recursos hacia los órganos reproductivos en ambientes más adversos. En condiciones de riego, Pinto Salinas mostró el segundo mayor valor de IC (0.679), seguido de Pinto Centauro en temporal, con un IC de 0.674. Estos valores reflejan que ambas variedades, también tienen una alta eficiencia en la conversión de biomasa a grano, en ambas condiciones de manejo del cultivo (temporal y riego).

Las relaciones simples entre la biomasa aérea y la biomasa total mostraron una correlación altamente significativa ($p < 0.0001$) con el rendimiento de grano ($p < 0.0001$; Cuadro 2). Esta fuerte correlación sugiere que el aumento en la producción de biomasa, tanto aérea como total, contribuye directamente al incremento del rendimiento de grano. Desde una perspectiva agronómica, estos resultados indican que la biomasa aérea y total pueden ser considerados como indicadores importantes del potencial de rendimiento en frijol, ya que a mayor acumulación de biomasa mayor capacidad de captación de luz y eficiencia fotosintética, relación que a su vez esta influenciada por factores como la arquitectura de la planta, la eficiencia en la distribución de recursos y la capacidad de las raíces para absorber agua y nutrientes, aspectos fisiológicos que son indispensables para el crecimiento vegetativo y reproductivo de las plantas.

Cuadro 1. Rendimiento de grano y biomasa de variedades mejoradas de frijol en temporal y riego, en módulos demostrativos para el Altiplano Semiárido de México

Variedades	Ambiente	Biomasa aérea (kg ha ⁻¹)	Biomasa total (kg ha ⁻¹)	Rendimiento grano (kg ha ⁻¹)	IC
Pinto Saltillo (INIFAP)	Temporal	729.70	2065.00	1335.30	0.647
Pinto Centauro		790.60	2450.00	1659.40	0.674
NOD-1		1087.50	2496.90	1409.40	0.562
San Luis 22		1059.40	2915.60	1856.30	0.637
San Rafael		781.30	1850.00	1068.80	0.574
Pinto Rarámuri		628.10	1540.60	912.50	0.591
Pinto Salinas		678.10	1796.90	1118.80	0.624
F.J. León		1065.60	2546.90	1481.30	0.563
F.M. Eugenia		1128.10	2128.10	1000.00	0.476
Tepehuán-RS		628.10	2118.80	1490.60	0.703
Verdín		790.60	1578.10	787.50	0.500
Pinto Semilla Local		684.40	2071.90	1387.50	0.668
Pinto Saltillo (INIFAP)		Riego	1682.60	5002.00	3319.40
Pinto Centauro	1499.20		4208.30	2709.10	0.644



NOD-1	2172.90	4003.70	1830.80	0.461
San Luis 22	1566.20	4084.80	2518.60	0.617
San Rafael	881.90	2088.30	1206.40	0.574
Pinto Rarámuri	1619.10	4398.80	2779.70	0.633
Pinto Salinas	1421.60	4430.50	3009.00	0.679
F.J. León	2211.70	4998.50	2786.70	0.558
F.M. Eugenia	2201.20	4384.70	2183.50	0.500
Tepehuán-RS	2680.90	5702.10	3021.20	0.530
Verdín	1665.00	3255.90	1590.90	0.485
Pinto Semilla Local	772.50	2338.70	1566.20	0.668
CV (%)	19.87	17.19	18.00	7.24
R ²	0.87	0.87	0.87	0.78
Valores de P				
Variedad	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Ambiente	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0570
Variedad*Ambiente	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Cuadro 2. Correlaciones de Pearson entre la biomasa, el rendimiento de grano y el índice de cosecha (IC) de variedades mejoradas de frijol en el Altiplano Semiárido de México

	Biomasa aérea (kg ha ⁻¹)	Biomasa total (kg ha ⁻¹)	IC
Rendimiento de grano (kg ha⁻¹)	0.726	0.945	0.242
	<.0001	<.0001	0.017
Biomasa aérea (kg ha⁻¹)		0.910	-0.434
		<.0001	<.0001
Biomasa total (kg ha⁻¹)			-0.058
			0.568

Conclusiones

Entre las variedades mejoradas de frijol evaluadas, para el caso de pinto Tepehuán-RS se destacó en varias características clave de rendimiento. En condiciones de riego, esta variedad presentó el mayor número de vainas por planta, la mayor biomasa aérea y total, y un alto rendimiento de grano. En temporal, también mostró un alto IC, reflejando una gran eficiencia en la conversión de biomasa en grano incluso en condiciones de estrés hídrico. Estas características sugieren que Tepehuán-RS tiene una robusta adaptación a diversas condiciones ambientales, alta productividad y una eficiencia sobresaliente en la asignación de recursos, convirtiéndola en una variedad ideal tanto para sistemas de riego como de temporal. Por su parte, Pinto Centauro y Negro San Luis 22 también presentaron características sobresalientes para rendimiento de grano en condiciones de temporal.



Bibliografía

Beebe, S. (2020). Biofortification of common bean for higher iron concentration. *Front. Sustain. Food Syst.* 4:573449. doi: 10.3389/fsufs.2020.573449

Diaz, L.M., Arredondo, V., Ariza-Suarez, D., Aparicio, J., Buendia, H.F., Cajiao, C., Mosquera, G., Beebe, S.E., Mukankusi, C.M., Raatz, B. (2021). Genetic analyses and genomic predictions of root rot resistance in common bean across trials and populations. *Front. Plant Sci.* 12:629221. doi: 10.3389/fpls.2021.629221

Hamdan, M.F., Tan, B.C. (2024). Genetic modification techniques in plant breeding: A comparative review of CRISPR/Cas and GM technologies, *Horticultural Plant Journal*, <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2024.02.012>.

Tang, M., Feng, X. (2023). Bean common mosaic disease: Etiology, resistance resource, and future prospects. *Agronomy* 13, 58. <https://doi.org/10.3390/agronomy13010058>.



2025-09-AFA

Estudio de caso: Insecticidas altamente peligrosos utilizados en la agricultura en el ejido Candelaria, José María Morelos, Quintana Roo

Ángel Emmanuel Cruz-Estrada¹, Elizabeth Gonzalez-Corona¹, Ramiro Pérez-Miranda¹, Margarita de Abril Navarro Favela²

¹CENID COMEF, INIFAP; ²Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo. Autor de correspondencia: cruz.angel@inifap.gob.mx

Antecedentes

El uso indiscriminado de plaguicidas en la agricultura ha generado una creciente preocupación a nivel mundial debido a sus impactos negativos en la salud humana y el medio ambiente. En México, hasta 2016, la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) autorizó el uso de 183 ingredientes activos de plaguicidas altamente tóxicos. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el consumo de plaguicidas en el país se ha triplicado en las últimas dos décadas (FAOSTAR, 2020). Estos compuestos químicos, empleados comúnmente en la agricultura y ganadería como insecticidas, herbicidas y fungicidas, han generado una creciente preocupación debido a sus efectos adversos en la salud y el ecosistema. La autorización de plaguicidas en México ha generado una gran controversia debido a la presencia de sustancias altamente tóxicas en el mercado. De los 140 ingredientes activos autorizados en México, pero prohibidos o restringidos en otros países, el 23.5% está catalogado como probable carcinógeno humano por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. Además, el 19.1% son considerados perturbadores endocrinos según criterios de la Unión Europea, el 11.5% son tóxicos para la reproducción y el 1.1% son mutágenos (Bejarano-González, 2017).

Actualmente, la Península de Yucatán, a pesar de ser una región destacada por su extraordinaria diversidad biocultural, enfrenta serios problemas de contaminación ambiental. Entre los principales factores responsables se encuentran los plaguicidas, tanto de antaño como nuevos, que se utilizan ampliamente en las actividades agrícolas y ganaderas de la región (Polanco-Rodríguez *et al.*, 2019). Este problema se debe principalmente a que ciertos productos agroquímicos, algunos de ellos considerados altamente peligrosos, no han sido retirados del mercado debido a marcos regulatorios gubernamentales débiles, así como a la avaricia de la agroindustria. Además, la creciente presencia de plagas en los cultivos, resultado del desequilibrio ecológico generado por la implementación del modelo de la Revolución Verde, ha exacerbado la situación.

Justificación

La ausencia de datos precisos sobre el uso de agroquímicos en Quintana Roo constituye una grave limitante para evaluar los impactos en la salud humana y el medio ambiente. La falta de un catálogo actualizado de plaguicidas impide una gestión efectiva de estos compuestos y dificulta la implementación de políticas públicas



adecuadas para su regulación (García *et al.*, 2018). Esta situación complica la medición de los impactos en la salud de las personas, comunidades y ambiente.

Objetivo

Identificar los insecticidas altamente peligrosos utilizados en la agricultura en el ejido Candelaria, Quintana Roo, México.

Metodología

El presente estudio se realizó durante el año 2022. Se efectuaron recorridos en áreas agrícolas y visitas a tiendas agropecuarias del Ejido Candelaria, ubicado en el municipio de José María Morelos, Quintana Roo. Adicionalmente, se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas, tanto de forma colectiva como individual, con los agricultores de la zona, siguiendo el enfoque planteado por Méndez-Aguilar *et al.* (2021).

La información recopilada se organizó y analizó mediante la construcción de una base de datos en el programa Microsoft Excel. Dicha base de datos incluyó las siguientes variables: nombre comercial del producto, ingrediente activo, familia química, modo de acción, tipo de plaga controlada, color de etiqueta según el nivel de peligro para mamíferos y el número de países donde el uso del producto está prohibido. Esta metodología permitió una sistematización efectiva de los datos, facilitando su posterior análisis.

Resultados y discusión

En el ejido de Candelaria, Quintana Roo existen 25 ingredientes activos (I.A.) para el control de insectos plaga que afectan a la agricultura. Estos I.A están formulados en 44 productos comerciales que están disponibles para el uso dentro de la comunidad. Se clasifican dentro de nueve familias químicas: arilpirrol halogenado, avermectin, carbamatos, fenilpirazol, neonicotinoides, organofosforado, Piretroide, spinocin y triglicérido, y se caracterizan por afectar el sistema nervioso de los insectos a excepción de las familias Arilpirrol halogenado y triglicérido (Figura 1).

La familia química piretroide presenta el mayor número de I.A en la región, con un total de ocho, además de estar combinados con otros I.A. de las familias químicas neonicotinoides y organofosforados. La mezcla de I.A. provenientes de distintas familias químicas representa un riesgo significativo tanto para el medio ambiente como para la salud de los habitantes del ejido.

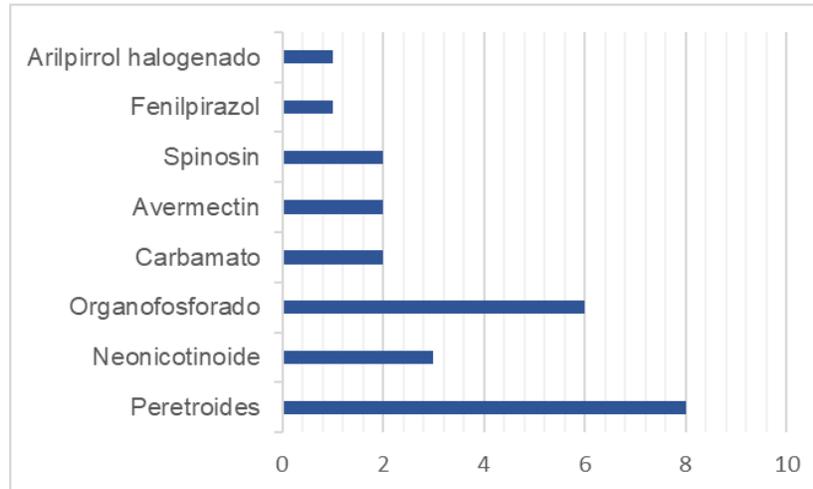


Figura 1. Familias químicas y número de Ingredientes activos de insecticidas presentes en el ejido Candelaria, José María Morelos, Quintana Roo

La segunda familia química más predominante en el ejido son los organofosforados, con seis I.A. Es importante señalar que los I.A. monocrotofós y metamidofos son extremadamente tóxicos para los mamíferos (etiqueta roja) y, por esta razón, están prohibidos en 60 y 49 países, respectivamente. Además, estos I.A. tienen la propiedad de ser sistémicos, lo que significa que se translocarse dentro de la planta, convirtiéndolos en insecticidas altamente peligrosos para el ambiente. En Candelaria existen un total de 15 productos comerciales que contiene algún I.A. de la familia de los organofosforados. Sin embargo, solo cinco de estos productos formulados contienen monocrotofós o metamidofos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Plaguicidas prohibidos en el convenio de Róterdam presentes en el ejido de Candelaria, Quintana Roo

Familia Química	Ingrediente activo	Número de productos comercial disponibles	Número de registros en México COFEPRIS	Vigencia	Número de países prohibidos
Organofosforado	metamidofos	3	82	Indeterminada (Uso restringido)	49
	monocrotofós	2	36	Indeterminada	60

Fuente: Consulta de Registros Sanitarios de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y LMR.

Además, estos ingredientes activos, que son altamente tóxicos tanto para el ambiente como para la salud, cuentan con 82 registros para metamidofos y 36 para monocrotofós ante la COFEPRIS, con vigencia indeterminada.



La situación con respecto al uso de plaguicidas en la Península de Yucatán es preocupante. Gómez (2017) identificó 74 I.A. en 20 comunidades, de los cuales 44 están clasificados como altamente peligrosos según los criterios de PAN internacional (PAN, 2016), y 33 de ellos están prohibidos en otros países (PAN, 2017). A pesar de esto, estos plaguicidas siguen utilizándose para el control de plagas agrícolas, lo que genera contaminación y pone en riesgo la salud de los productores, sus familias y los consumidores.

Conclusión

En el ejido de Candelaria, Quintana Roo, se utilizan 25 I.A. para el control de plagas agrícolas, formulados en 44 productos disponibles en las casas comerciales de agroquímicos. La principal familia química empleada para el control de insectos plaga son los piretroides, seguida de los organofosforados.

En el mercado se identificaron dos ingredientes activos altamente tóxicos de la familia de los organofosforados, los cuales están prohibidos en más de 49 países. Estos I.A. son el monocrotofos y el metamidofos, formulados en cinco productos que se encuentran disponibles en las casas comerciales de la región.

Agradecimientos y fuente financiadora

Agradecemos a la comunidad de Candelario por permitirnos el acceso a su territorio para realizar esta investigación, así como a CONACYT por financiar el proyecto de investigación titulado “Co-construcción de herramientas para el empoderamiento social respecto a las afectaciones de los agrotóxicos en la apicultura en comunidades Mayas de Quintana Roo.” Con número de solicitud: 1143145.

Bibliografía

Bejarano-González, F. (2017). Los plaguicidas altamente peligrosos nuevo tema normativo internacional y su perfil nacional en México. En: Los plaguicidas altamente peligrosos en México. (Bejarano-González F. Ed.). RAPAM, CIAD, Red Temática de Toxicología.

FAOSTAT (o. J.): Data. Online unter: www.fao.org/faostat/en/#data/RP. Letzter Zugriff am 14.12.2020.

García, H.J., Leyva M.J.B., Martínez, R.I.E., Hernández, O.M.I., Aldana, M.M.L., Rojas, G.A.E., y Perera, R.J.H. (2018). Estado actual de la investigación sobre plaguicidas en México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 34, 29-60.

Gómez, I. G (2017). El uso de plaguicidas altamente peligrosos en la Península de Yucatán. En: Los plaguicidas altamente peligrosos en México. (Bejarano-González F. Ed.). RAPAM, CIAD, Red Temática de Toxicología.

Méndez-Aguilar, M., Cáliz de dios, H., Xolala-Aroche, A., Brito-Estrella E. Alvarado-Dzul, S. y Luckson-Pierre J. (2021). Experiencias productivas en los sistemas agroalimentarios de la zona Maya de Quintana, Roo. Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo. La presumida, José María Morelos, Quintana Roo. 1er Ed.



PAN (2016) PAN International List of Highly Hazardous Pesticides. December 2016. Pesticide Action Network International (PAN International), Hamburg, Germany. 35 pp.

PAN (2017) Consolidated list of banned pesticides 3rd Edition, April 2017. Pesticide Action Network International (PAN International) Disponible en: [http:// pan-international.org/pan-international-consolidated-list-of-bannedpesticides/](http://pan-international.org/pan-international-consolidated-list-of-bannedpesticides/)

Polanco-Rodríguez, A.G., Magaña-Castro, T.V, Cetz-Luit, J, y Quintal-López, R. (2019). Uso de agroquímicos cancerígenos en la región agrícola de Yucatán, México. *Centro Agrícola*, 46(2), 72-83.



2025-10-AFA

Análisis comparativo de la organización comunitaria y su vinculación en la conservación en tres áreas naturales protegidas

Elizabeth González-Corona*, Ángel Emmanuel Cruz-Estrada, José Francisco Reséndiz-Martínez, Víctor Javier Arriola-Padilla, Ramiro Pérez-Miranda

¹CENID COMEF, INIFAP. Autor de correspondencia: elizabethgonzalezcoronaunam@gmail.com

Antecedentes

A nivel mundial, las Áreas Naturales Protegidas (ANP) desempeñan un papel crucial en la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento ecológico. Estos espacios, permiten garantizar la provisión de servicios esenciales para el bienestar humano, como la regulación del clima, la captación de agua y la polinización. Sin embargo, la creciente presión antropogénica y los efectos del cambio climático ponen en riesgo la integridad de los objetivos de estas áreas. En este contexto, la participación activa de las comunidades que habitan en las inmediaciones de las (ANP) constituye un factor determinante cuyo impacto puede traducirse en la conservación o, por el contrario, en la degradación de los ecosistemas.

Justificación

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) enfrentan crecientes amenazas originadas por factores bióticos y abióticos, lo que pone en riesgo su preservación a largo plazo. En este contexto, la participación activa de las comunidades locales en la gestión de las ANP se ha reconocido como un factor crucial. El impacto de dicha participación varía significativamente: cuando las comunidades están organizadas y comprometidas, pueden ser aliadas poderosas en la conservación, mientras que, en comunidades conflictivas, la falta de cohesión social tiende a generar prácticas degradadoras que contribuyen al deterioro de estos espacios. Esta investigación busca analizar tres casos de estudio para identificar cómo la estructura social de las comunidades influye directamente en los resultados de conservación. A través de la comparación de estos casos, se pretende señalar las prácticas que resultan efectivas, así como aquellas que incrementan o son parte de la degradación ambiental.

Objetivo

Analizar y comparar la evolución de tres formas de organización social y su relación con la conservación de las Áreas Naturales Protegidas a lo largo de los últimos 20 años, identificando como estas dinámicas han influido en los resultados de conservación.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio comparativo de tres áreas naturales protegidas (ANP) en México, con características ecológicas y ambientales similares: El Parque Nacional La Malinche, el Área Natural Protegida El Chico y el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl. Para este propósito, se efectuaron cuatro análisis, los cuales se describen continuación:



Análisis histórico. Se revisaron documentos, como decretos, informes técnicos y estudios previos, para reconstruir la evolución de las políticas de conservación y las formas de organización social en cada ANP.

Análisis ambiental. Se utilizaron imágenes satelitales de alta resolución (Landsat y Sentinel) y programas de interpretación geográfica (ArcGIS y QGIS) para monitorear los cambios en el uso del suelo y la cobertura vegetal entre 1938 y 2024.

Análisis social. Se realizaron entrevistas semiestructuradas con actores clave, incluyendo comunidades circundantes al ANP, para explorar las percepciones y experiencias relacionadas con los cambios en la organización social y la conservación.

Los datos se procesaron mediante técnicas cuantitativas y cualitativas. El análisis cuantitativo se centró en la clasificación y cuantificación de los cambios en el uso del suelo, mientras que el análisis cualitativo implicó la codificación y categorización de las entrevistas para identificar temas recurrentes y desarrollar narrativas sobre la evolución de la relación entre organización social y conservación.

Resultados y discusión

La investigación relativa de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de El Chico, Iztaccíhuatl-Popocatepetl y La Malinche evidencian patrones contrastantes en cuanto a la degradación ambiental y conservación, relacionados con las dinámicas sociales y organizativas de las comunidades locales.

En El Chico, la fuerte cohesión comunitaria y la implementación de estrategias como el ecoturismo han contribuido en una baja tasa de deforestación. La participación activa de las comunidades ha sido determinante para preservar el área, destacando como un modelo exitoso de gestión participativa.

En el caso de Iztaccíhuatl-Popocatepetl, si bien registró una importante pérdida de cobertura forestal en el año de 1939 debido a actividades industriales. En las últimas décadas se han implementado programas de reforestación en colaboración con empresas locales y privadas. Estas iniciativas, junto con el impulso del ecoturismo y las plantaciones de regeneración, reflejan una cooperación efectiva entre las comunidades y otros actores, contribuyendo a la recuperación del ecosistema.

La situación en La Malinche es más compleja, y presenta dos escenarios diferenciados. Por un lado, municipios de Acajete, Acuamanala y Huamantla lograron recuperar áreas deforestadas durante entre 2007 y 2016, apoyados por contextos de baja violencia y mayo estabilidad social, lo que permitió una menor tasa de degradación ambiental.

Por otro lado, municipios de San Francisco Tetlanochan y San Miguel Canoa enfrentan altos niveles de conflictividad social, caracterizado por índices de violencia superiores a la media estatal y la prevalencia de actividades ilícitas como la tala clandestina. Estos conflictos han generado un clima de inseguridad que dificulta la implementación de programas de conservación y ha limitado la capacidad operativa de instituciones como CONAFOR y CONANP.



La resistencia de las comunidades a la intervención externa, motivada por conflictos históricos sobre el control de los recursos naturales, ha creado un vacío de gobernanza que favorece la degradación ambiental y reduce las oportunidades de desarrollo sostenible.

Estos hallazgos refuerzan investigaciones previas que destacan la relevancia de la organización social en la conservación de las ANP. Bezaury (2009) y Cruz *et al.* (2019) subrayan que la participación comunitaria es un factor clave para el éxito de las estrategias de conservación, mientras que Pérez *et al.*, (2021) enfatiza la relación entre la cohesión social y la capacidad de adaptación de las comunidades frente a los cambios ambientales.

Coincidiendo con los hallazgos previos, nuestros resultados demuestran que las comunidades con mayor cohesión social, como El Chico y algunas localidades de La Malinche, han logrado mantener sus recursos naturales de manera más efectiva. En contraste, la falta de gobernanza y los conflictos sociales, especialmente en ciertas localidades de La Malinche, han obstaculizado los esfuerzos de conservación, confirmando la relación directa entre conflicto social y degradación ambiental documentada por Hensler y Merçon (2020).

Conclusión

Los resultados de este estudio evidencian una estrecha relación entre la organización social y el estado de conservación de los ecosistemas.

La falta de estructuras comunitarias sólidas, agravada por la presencia de violencia y actividades ilícitas, como la tala clandestina, ha generado un deterioro ambiental significativo en estas zonas.

Por el contrario, en aquellas comunidades que han desarrollado mecanismos de gobernanza local y han fomentado la participación ciudadana han logrado registrar mayores niveles de conservación. Estos hallazgos subrayan la importancia de fortalecer la cohesión social y de diseñar políticas públicas que reconozcan y valoren el papel de las comunidades locales en la gestión sostenible de los recursos naturales.

Es fundamental reconocer que la situación en estos municipios es compleja y requieren esfuerzos sostenidos a largo plazo para revertir la degradación ambiental y promover un desarrollo sostenible que beneficie tanto a los ecosistemas como a las comunidades.

Agradecimientos y fuente financiadora

Agradecemos a las comunidades de estudio por su conocimiento aportado para la realización de esta investigación, así como a la FES Aragón-UNAM y al CENID-COMEF, INIFAP por las instalaciones prestadas.

Bibliografía

Bezaury, J.E. (2009). La importancia de la participación comunitaria en la conservación de áreas naturales protegidas en México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 32(1), 55-68.



Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2018). Memoria documental entrega-recepción. Áreas Destinadas a la Conservación Voluntaria. Disponible en: <https://www.conanp.gob.mx/InformeRendicion/Memoriadocumental12.pdf> (Consultado: el 20 de mayo 2020)

Cruz, E., Zizumbo, L., y Chasait Thampalo, N. (2019). Relación entre cohesión social y conservación en comunidades indígenas de la Sierra Madre Occidental. *Etnoforum*, 30(2), 123-145.

Pérez Correa, F., Sandoval Moreno, A., y Torres Alonso, E. (Coords.). (2021). *Gestión pública y social de los recursos naturales: Visiones regionales*. Secretaría de Desarrollo Institucional. <https://www.libros.unam.mx/gestion-publica-y-social-de-los-recursos-naturales-visiones-regionales-1-9786073046053-libro.html>

Hensler, L. y Merçon, J. (2020). Conflictos sociales y degradación ambiental en áreas naturales protegidas de México: Un estudio de caso. *Gestión y Ambiente*, 23(1), 9-25.



2025-11-AFA

Usos, ecología y diversidad morfológica de maíces nativos en Las Altas Montañas de Veracruz, México

Gregorio Hernández-Salinas^{*1}, Jorge Armida-Lozano¹, Emmanuel de Jesús Ramírez-Rivera¹, Mayra Y. De La Cruz-De Jesús¹, Francisco Javier Mejía-Ochoa¹, Pablo Andrés-Meza², Sergio Reyes-Rosas¹, Mario Rocandio-Rodríguez³

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, Km. 4 Carr. a La Compañía S/N, Tepetitlanapa, 95005 Zongolica, Veracruz, México. ²Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana. Josefa Ortiz de Domínguez S/N Colonia Centro, Amatlán de los Reyes, 94945, Veracruz, México. ³Universidad Autónoma de Tamaulipas-Facultad de Ingeniería y Ciencias. Centro Universitario Victoria. 87000, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. *Autor de correspondencia: gregorio_hs@zongolica.tecnm.mx

Antecedentes

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cereales más importantes a nivel mundial por su relevancia social y económica. México, considerado el centro de origen del maíz, alberga 59 razas nativas, a las que se les atribuyen más de 700 usos culinarios. Estas razas se distribuyen en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 3400 msnm. En el estado de Veracruz se han registrado 22 razas, siendo la Tuxpeño una de las más abundantes. **Justificación:** Es fundamental generar conocimiento científico sobre los usos, aspectos ecológicos y características morfológicas del maíz nativo para diseñar estrategias de conservación y aprovechamiento sustentable de su riqueza genética. **Objetivo:** 1) Documentar los usos del maíz mediante un cuestionario semiestructurado, y 2) Recolectar, clasificar racialmente y caracterizar la diversidad de maíces nativos en la región de Las Altas Montañas, Veracruz, México. **Metodología:** La región de Las Altas Montañas de Veracruz abarca una superficie de 6,350.85 km². Se seleccionaron 13 municipios con altos índices de pobreza, marginación y rezago social. Se aplicó un cuestionario para recabar datos generales de los productores y los usos asignados al maíz. Los participantes fueron seleccionados mediante un muestreo no probabilístico tipo bola de nieve. La recolección de muestras de poblaciones de *Z. mays* se realizó siguiendo el método propuesto por Ortega (2021). Las recolectas fueron georreferenciadas con un GPS marca GARMIN (Taiwán), obteniendo datos ecológicos mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG). La clasificación racial fue realizada por un experto mexicano; mientras que, la caracterización morfológica, tanto cuantitativa como cualitativa, se llevó a cabo utilizando los descriptores de maíz CIMMYT-IBPGR (1991). Los datos se analizaron utilizando los programas Microsoft Excel Office 2019, NTSYSpc V. 2.21 y Q-GIS V. 3.16. **Resultados:** Se entrevistaron a 251 productores de maíz nativo en los 13 municipios seleccionados, de los cuales el 57.37 % eran hombres y el 42.62 % mujeres, con una edad promedio de 57.78 años (intervalo: 20-88 años). Los usos del maíz nativo fueron: tortillas (100 %), tamales (94.02 %), atole (93.62 %), hoja para tamal (91.23 %), alimento para animales domésticos (85.65 %), forraje para ganado (51.79 %), pozole (17.92 %) y dulces (16.73 %). Los animales domésticos alimentados con maíz nativo incluyeron aves de corral (85.65 %), cerdos (32.27 %), borregos (22.31 %), burros (10.35 %), vacas (6.37 %), caballos (3.98 %), mulas (0.39 %) y ninguno (14.34 %). Se recolectaron 153 poblaciones de maíz, clasificadas en 10 razas: Chalqueño, Chiquito, Comiteco, Cónico, Elotes Cónicos, Olotillo, Olotón, Tepecintle, Tuxpeño y Zapalote Grande. Estas razas se distribuyeron en un rango altitudinal de 201 a 2801 msnm, destacando que la raza Comiteco se encontró únicamente a 2201 msnm. Las poblaciones estuvieron presentes en los climas C(w2)=Templado subhúmedo,



C(m)= Templado húmedo, C(m)(f)= Templado húmedo, (A)C(m)(f)= Semicálido húmedo, (A)C(m)= Semicálido húmedo y Am= Cálido húmedo, de acuerdo con la clasificación climática de García (1998). El análisis de componentes principales (ACP) explicó el 46 % de la variación total mediante los dos primeros componentes: el CP1 (24.4 %) destacó variables como ancho de grano, peso de mazorca, volumen de 100 granos y número de granos; mientras que, el CP2 (21.6 %) resaltó el diámetro de mazorca, número de hileras y la relación ancho / largo de grano.

Discusión: El estudio confirmó que la agricultura predominante en la región es de subsistencia, ya que el 46.21 % de los productores cultivan maíz nativo en superficies menores a 0.5 ha. La crianza de animales domésticos constituye una estrategia de supervivencia al proporcionar proteína animal y generar ahorros económicos frente a adversidades. Un hallazgo relevante es la feminización del campo, ya que las mujeres desempeñan un papel relevante en el manejo del sistema productivo tradicional, consecuencia de la migración masculina hacia otras regiones del país. Estos sistemas albergan el 45.45 % de las razas nativas registradas en Veracruz, destacando su valor como "hotspot" genético. Esto subraya la necesidad de implementar esquemas de conservación y aprovechamiento integral de este cultivo. **Conclusión:** Las 10 razas de maíz nativo estudiadas evidenciaron una notable diversidad ecogeográfica y morfológica *in situ*. Sin embargo, sus usos son limitados, por lo que se recomienda diversificar su aprovechamiento mediante estrategias de valor agregado.

Agradecimiento: Al Tecnológico Nacional de México por haber financiado la presente investigación a través del proyecto: Impulso a la soberanía alimentaria mediante un banco comunitario de semillas nativas en Las Altas Montañas de Veracruz, México. Al Dr. Rafel Ortega Paczka por haber clasificado racialmente los materiales genéticos.

Bibliografía

- Arias, R. P. (2015). Las mujeres en el campo hoy. *Estudios Sociales*, 23(46): 348-352.
- CIMMYT-IBPGR. 1991. Descriptors for Maize. International Maize and Wheat Improvement Center /International Board for Plant Genetic Resources, Rome, Italy. 88 p.
- CONABIO. (2020). Razas de maíz de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Cd. de México. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas-de-maiz>.
- Fernández, S. R., Morales-Chávez, L. A. y Gálvez-Mariscal, A. (2013). Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional: Una revisión indispensable. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 36(3-A), pp: 275–283.
- García, E. (1998) Climas de la República Mexicana (clasificación de Köppen, Modificado por García). Escala 1: 000 000. UNAM, México.
- Lazos, E., y M. Chauvet (2012). Análisis del contexto social y biocultural de las colectas de maíces nativos en México. CONABIO. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/proyectoMaices>.
- Ortega, P. R. (2021). Exploraciones etnobotánicas para conocer la diversidad de maíces nativos de México. *In: Estudios de diversidad, conservación in situ y mejoramiento de maíces nativos en México*. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, Edo. de México, México. pp: 39-54.
- Plan Veracruzano de Desarrollo 2019. Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024. Xalapa, Veracruz, México. 303 p.
- Rohlf F. J. (2009). NTSYSpc: numerical taxonomy system. Version 2.21c. Exeter Software: Setauket: New York.



2025-12-AFA

Cruzas dialélicas para el mejoramiento genético de caracteres fisiológicos de semilla de soya

Juan Samuel Guadalupe Jesús Alcalá-Rico¹ *, Neymar Camposeco-Montejo², Ricardo Avilés-Ruiz¹, Odilon Gayosso-Barragan³, José Ángel Marroquín-Morales⁴, Oscar Guadalupe Barrón-Bravo¹

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CIRNE, Campo Experimental Las Huastecas, Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas. ²Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. ³ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CENID Agricultura Familiar, Ojuelos de Jalisco, Jalisco. ⁴ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CIRNO, Campo Experimental Norman E. Borlaug, Cd. Obregon, Sonora. *Autor por correspondencia: alcala.juan@inifap.gob.mx

Antecedentes

La soya es uno de los cultivos oleaginosos más importantes en el mundo, debido a la cantidad de aceite y proteína que contiene su grano, los cuales se consideran importantes para la nutrición y salud humana (Hartman *et al.*, 2011; Qin *et al.*, 2022). Por tal motivo es necesario que esta especie atienda el crecimiento poblacional con una mayor producción por unidad de superficie, además de superar los efectos del cambio climático. En estos aspectos el mejoramiento genético juega un papel importante para el mantenimiento de suministro de alimentos (Ferreira *et al.*, 2024). El fitomejoramiento se enfoca en producir plantas agrícolas con mayor rendimiento de grano, calidad nutricional y mayor adaptación a los cambios ambientales (Liu *et al.*, 2020). En el caso del mejoramiento genético de soya para desarrollar poblaciones segregantes con fines productivos se debe tener conocimiento de los parámetros genéticos y la capacidad combinatoria de los genotipos disponibles (Ferreira *et al.*, 2024). Con respecto a lo anterior, los experimentos de dialélicos se basan en realizar los cruzamientos posibles de un conjunto de genotipos de los cuales se puede cuantificar los efectos genéticos como la aptitud combinatoria general, la aptitud combinatoria específica, efectos recíprocos, efectos maternos y heterosis. Estos parámetros genéticos permiten dirigir los cruzamientos y maximizar la variabilidad genética de las poblaciones segregantes. Así mismo, los efectos genéticos en la calidad fisiológica de la semilla contemplan la integridad de las estructuras y procesos fisiológicos que permiten altos índices de viabilidad donde variables relacionadas con la germinación y el vigor son los principales indicadores de esta calidad (Grijalva *et al.*, 2003). Cabe destacar que la calidad de la semilla es el punto de partida para una buena producción por lo que es indispensable contar con plántulas vigorosas que respondan correctamente a las condiciones de siembra para obtener un rendimiento adecuado (Doria, 2010).



Justificación

En el año 2022 en México se produjo 175,544 toneladas de grano de soya. Sin embargo, en el mismo año se tuvo que importar 6,442,000 toneladas, lo que indica que solo se produce el 2.7%. Una alternativa para disminuir las importaciones y la dependencia de otros países es mediante el mejoramiento genético para el desarrollo de variedades adaptadas a las regiones de interés, donde la fisiología de la semilla es clave para un buen establecimiento del cultivo.

Objetivo

Determinar la aptitud combinatoria general y específica de la calidad fisiológica de la semilla de genotipos de soya

Metodología

El experimento se realizó en terrenos del campo experimental Las Huastecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), localizado en el km 55 de la carretera Tampico- Mante, Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas, cuyas coordenadas son 22°33'59" LN y 98°09'49" LO con una altitud de 16 msnm, temperaturas que varían de 15 a 33°C y precipitaciones aproximadas de 933 mm ocurriendo la mayor cantidad de lluvias de junio a octubre.

Como material genético se utilizaron seis genotipos del banco de germoplasma de soya, los cuales se seleccionaron por su buen comportamiento agronómico en la región Huasteca.

En la preparación del terreno se realizó un barbecho a una profundidad de 30 cm, dos pasos de rastra 20 días después del barbecho y surcado a 76 cm

El establecimiento del experimento constó de dos ciclos de cultivo:

En el primer ciclo se establecieron los genotipos en un arreglo de progenitores apareados. Cada progenitor se estableció en un surco de 2 m con tres fechas de siembra. La siembra se realizó de forma manual sobre el lomo del surco distribuyendo la semilla de cada progenitor de forma uniforme. Para efectuar esta actividad primero se verificó que el suelo estuviera a capacidad de campo. Se utilizó una densidad de 214,000 plantas ha⁻¹.

Posteriormente, en las etapas fenológicas R1 y R2 se realizaron las cruzas directas y autofecundación de los progenitores. Cada craza se etiquetaba con los datos de los progenitores. Al momento de la madurez fisiológica R8, se cosechó individualmente las vainas resultantes de las cruzas y autofecundaciones.



Durante el ciclo agrícola los riegos se realizaron a través de un sistema riego por goteo, los cuales se efectuaron de acuerdo a las necesidades hídricas de la planta

En el segundo ciclo del cultivo se extrajo la semilla de las vainas y se sembraron las semillas F1 con sus respectivos progenitores bajo un diseño aleatorio simple. Cada parcela constó de un surco de 3 m. La siembra se realizó de la misma forma que en la primera etapa. El establecimiento fue bajo temporal con una densidad de 118,000 plantas ha⁻¹.

Se tomaron datos de cuatro variables relacionadas con la fisiología de la semilla: porcentaje de emergencia, porcentaje de plántulas normales, porcentaje de plántulas anormales y porcentaje de semilla muerta.

Los análisis de los efectos genéticos de Aptitud Combinatoria General (ACG) y Específica (ACE) se realizaron de acuerdo con el método 2 de Griffing (Griffing, 1956). Posteriormente los valores de los efectos genéticos se expresaron a través de gráficos de barras. El software utilizado fue R versión 4.4.0.

Resultados

En la figura 1 se muestran los valores de variables fisiológicas de semilla de acuerdo a su aptitud combinatoria general. En la variable emergencia sobresalió el progenitor G3, seguido de G6, G5 y G4 quienes aportaron 3.5, 2.1, 1.1 y 0.8% sobre la media en las diferentes combinaciones, respectivamente. Estos progenitores permiten obtener plántulas vigorosas al momento de la germinación que pueden contrarrestar los efectos de estrés biótico y abiótico del suelo, ocasionado que emerja una plántula sana. Por otra parte, el progenitor G1 impactó negativamente reduciendo 6.8% en promedio la emergencia en cualquier combinación. En el porcentaje de plántulas normales el 66.6% de los progenitores favoreció el incremento de los valores de esta variable, así mismo, el 16.6% no mostró cambios y el otro 16.6% disminuyó hasta un 15.2% las plántulas con esta condición; siendo los primeros progenitores quienes permiten un buen establecimiento del cultivo, ya que las plántulas consideradas como normales presentan cualidades (adaptación, sanidad, vigor, desarrollo, producción, etc.) que les permiten llegar al final del ciclo del cultivo. En lo que respecta a las plántulas anormales, los progenitores G4, G5 y G6 fueron capaces de disminuir en un 3% esta condición, no obstante, G1 presentó valores positivos indicando un incremento de 8.4%. Los genotipos que disminuyen esta incidencia al mismo tiempo reducen la incertidumbre de un cultivo. En la semilla muerta destacaron los progenitores G3 y G6 con valores negativos de 3.5 y 2.1%, respectivamente. Indicando que estos progenitores son una alternativa para mejorar la viabilidad de la semilla.

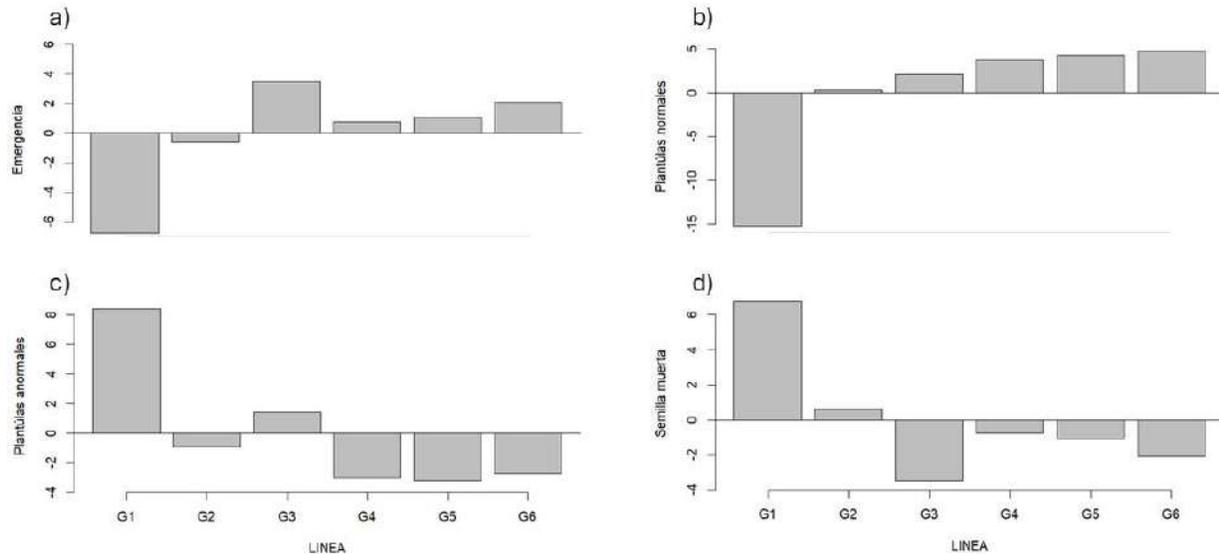


Figura 1. Aptitud combinatoria general de variables fisiológicas de semilla de seis genotipos de soya. a) Emergencia, b) Plántulas normales, c) Plántulas anormales, d) Semilla muerta

Por otro lado, en la Figura 2 se ilustran los valores de aptitud combinatoria específica de variables fisiológicas de las cruzas realizadas. En la variable emergencia destacaron nueve cruzas, con un incremento de 1.3 a 11.8%. Sin embargo, en la misma variable el resto de las cruzas disminuyeron los valores de 1.7 a 23.7%. Con relación a las plántulas normales, el 60% de las cruzas presentaron vigor híbrido mostrando una mejora de 1.5 a 9%. El otro 40% de las cruzas se vieron afectadas por la combinación específica. En plántulas anormales sobresalió el 46.6% de las cruzas mostrando valores negativos de 1.3 a 11.6, indicando una disminución de esta condición desfavorable. El 20% de las cruzas presentó cambios mínimos que no afectan, ni favorecen. En el 33.3% de las cruzas se observó un incremento de 1 a 14.11% de plántulas anormales al tener estas combinaciones específicas. La mayoría de las cruzas (66.7%) permitió disminuir la semilla muerta de 1.3 a 11.8%, pero el resto de las cruzas incrementó la condición de 1.7 a 23.7%

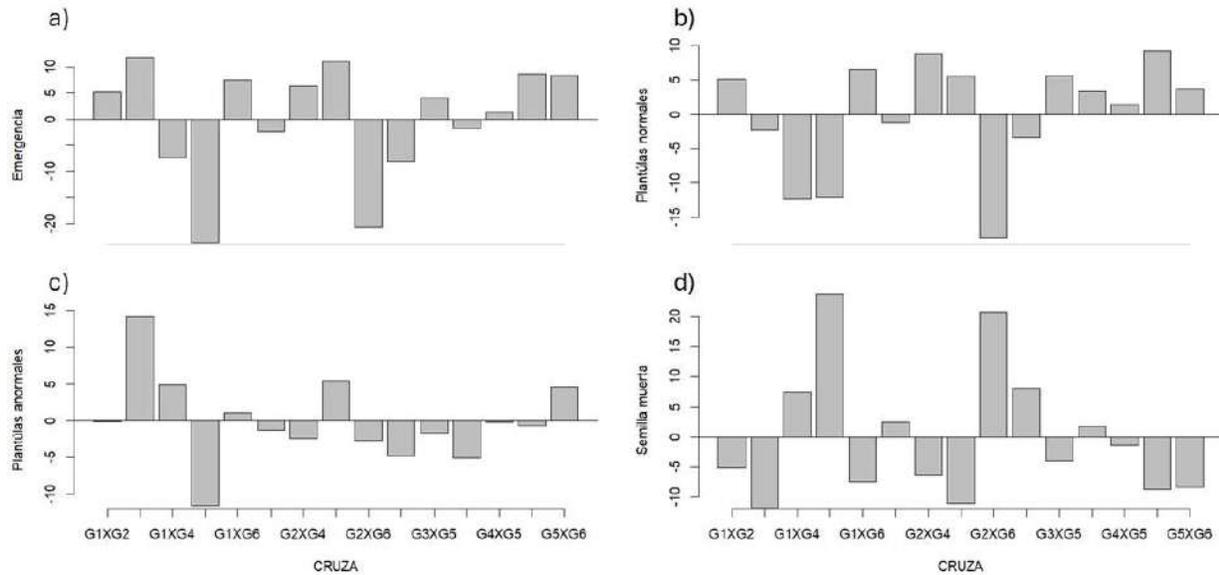


Figura 2. Aptitud combinatoria específica de variables fisiológicas de semilla de 15 cruzas de soya. a) Emergencia, b) Plántulas normales, c) Plántulas anormales, d) Semilla muerta

Discusión

Los progenitores G3, G4, G5 y G6 en combinación con otros genotipos mejoran el porcentaje de emergencia, plántulas normales y disminuyen el porcentaje de plántulas anormales y semilla muerta. Con relación a lo anterior, Wendt *et al.* (2017) mencionan que el potencial fisiológico predice el desempeño en campo permitiendo comprender el comportamiento de las plantas después de la siembra. En lo que corresponde a las cruzas que mejoraron las mismas variables destacaron G1XG2, G2XG4, G3XG5, G4XG5 y G4XG6. Cabe mencionar que en las últimas tres cruzas ambos progenitores presentaron efectos genéticos favorables de aptitud combinatoria general. Abebe *et al.* (2023) mencionan que el uso de genotipos de diversas fuentes puede contribuir en las diferencias genéticas observadas entre cada craza. Así mismo, en el presente estudio los valores de ACG y ACE indicaron que hubo efectos genéticos aditivo y no aditivos para la expresión de variables estudiadas. Esto coincidió con, Rocha *et al.* (2018) quienes al evaluar cruzamientos de soya encontraron variabilidad debido principalmente a los efectos genéticos aditivos y no aditivos de los genes.

Conclusión

Se determinó el efecto de aptitud combinatoria tanto general como específica donde se demostró el potencial de los progenitores en sus diferentes combinaciones, así como en combinaciones específicas. Destando los progenitores G3, G4, G5 y G6, así como las



cruzas G1XG2, G2XG4, G3XG5, G4XG5 y G4XG6 por presentar un incremento en los valores de las variables deseables (porcentaje de emergencia y plántulas normales) y una disminución de las variables que afectan el establecimiento de un cultivo (Porcentaje de plántulas anormales y semilla muerta).

Bibliografía

- Abebe, A. T., Adewale, S., Chigeza, G. and Derera, J. (2023). Diallel analysis of soybean (*Glycine max* L.) for biomass yield and root characteristics under low phosphorus soil conditions in Western Ethiopia. PLOS ONE, 18(2), e0281075.
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. Cultivos Tropicales, 31(1), 74–85.
- Ferreira, S. B., Gomes, B. H., Hamawaki, O. T., Dias, P. A. S., Hamawaki, C. D. L., Hamawaki, R. L. and Nogueira, A. P. O. (2024). Diallel and generation analysis in F2 soybean populations. Agronomy Research, 22(Special Issue 3), 1421–1433.
- Hartman, G. L., West, E. D. and Herman, T. K. (2011). Crops that feed the World 2. Soybean-worldwide production, use, and constraints caused by pathogens and pests. Food Security, 3(1), 5–17.
- Liu, S., Zhang, M., Feng, F. and Tian, Z. (2020). Toward a “Green Revolution” for Soybean. Molecular Plant, 13(5), 688–697.
- Qin, P., Wang, T. and Luo, Y. (2022). A review on plant-based proteins from soybean: Health benefits and soy product development. Journal of Agriculture and Food Research, 7, 100265.
- Rocha, G. A. de F., Pereira, F. A. de C. and Vello, N. A. (2018). Potential of soybean crosses in early inbreeding generations for grain yield. Crop Breeding and Applied Biotechnology, 18(3), 267–275.
- Wendt, L., De Matos Malavasi, M., Dranski, J. A. L., Malavasi, U. C. and Gomes, F. G. (2017). Relação entre testes de vigor com a emergência a campo em sementes de soja. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 12(2), 166–171.



2025-13-AFA

Mejora del rendimiento de cultivos agrícolas utilizando acolchados

Eladio Delgadillo Ruiz^{1*}, Luz Adriana Arias Hernandez^{1}, Rómulo Bañuelos Valenzuela², Lucia Delgadillo Ruiz³, Arturo Berumen Cervantes⁴, María Maldonado Santoyo⁵**

¹División de Ingenierías, Universidad de Guanajuato, e.delgadillo@ugto.mx, arhadriana@ugto.mx,

²Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Zacatecas, romulob@uaz.edu.mx, ³Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas, luciadeldgadillo@uaz.edu.mx,

⁴Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato, arturo.bc@guanajuato.tecnm.mx, ⁵Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas,

m.santoyo@ciatec.org.mx. *Primer autor: e.delgadillo@ugto.mx, **Autor de correspondencia: arhadriana@ugto.mx

RESUMEN

Antecedentes: Existen diversos factores que afectan de manera determinante la productividad de los cultivos, entre ellos los acolchados, que son descritos como un material aplicado sobre la superficie del suelo. **Objetivo:** llevar a cabo una revisión bibliográfica que identifique la importancia de los acolchados en la reducción de malezas, conservación de agua, disminución de erosión del suelo, así como en el aumento del rendimiento y productividad de cultivos. **Desarrollo:** La utilización de acolchados en sistemas agrícolas de riego como los de inundación o por gravedad, los de aspersión, por cintilla y por goteo, y en algunas ocasiones la microaspersión y los sistemas de goteo automatizados, requieren la identificación y selección del acolchado con base al cultivo que se pretende producir. Para la agricultura de temporal, la utilización de acolchados resulta ser incosteable económicamente, porque depende exclusivamente de la cantidad de precipitación, la finalidad principal del acolchado es la retención y extensión del periodo de presencia de humedad en el suelo. La implementación de acolchados en agricultura protegida o bajo invernadero, busca lograr un aumento en la producción, los materiales comúnmente utilizados son productos plásticos que potencializan el rendimiento de la planta en conjunto con los nutrientes necesarios para aumentar la cantidad de frutos y la calidad de los cultivos. **Resultados:** Una condición importante y relevante en el rendimiento de cultivos es la calidad de la semilla la cual si es buena se ve reflejada en su almacenamiento, edad, madurez y germinación. Los estudios revelan que este rendimiento se mejora con los acolchados obteniendo mayor densidad, así como buena respuesta en los resultados relacionados con la calidad fisiológica de la semilla. La utilización de acolchados sin importar su origen propicia en los cultivos un aumento significativo en la cantidad del producto y en la calidad de los frutos en conjunto con un adecuado manejo del requerimiento de agua



y nutrientes del suelo. El uso de acolchados se ha implementado en la mejora de la producción de forraje en donde se ha reportado por diversos estudios incremento en altura, diámetro, materia seca en comparación con el tratamiento sin acolchar.

Conclusión: Los acolchados propician en general un aumento en el rendimiento de los cultivos agrícolas, reducen la presencia de malezas y conservan la humedad del suelo por lo que resultan ser una excelente alternativa para el manejo integral de recursos naturales, en particular el hídrico.

Palabras clave: acolchados, rendimiento, agricultura.



2025-14-AFA

Huella de carbono en la producción de avena

Aguirre-Córdova Oscar Fabian¹, Pámanes Carrasco Gerardo Antonio², Valencia Vázquez, Roberto³, Ortíz Sánchez, Ixchel Abby⁴, Chávez Simental Jorge Armando⁵, Vásquez-Ibarra Leonardo^{6,7}

¹Universidad Juárez del Estado de Durango - Doctorado Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales, Durango, Dgo. México. fabian.cordova@ujed.mx. ²CONAHCYT-UJED-Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera. Durango, Dgo. México. gerardo.pamanes@gmail.com ³ CONAHCYT-Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Durango, Durango, Durango, México. roberto.valenciav@gmail.com ⁴Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana. México. ixchel.os@vguadiana.tecnm.mx ⁵UJED-Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera. Durango, Dgo. México. jorge.chavez@ujed.mx ⁶Universidad Católica del Maule, Facultad de Ingeniería, Departamento de Computación e Industrias. Chile. lvasquezi@ucm.cl ⁷Centro de Innovación en Ingeniería Aplicada (CIIA), Departamento de Computación e Industrias, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Talca, Chile

El cultivo de forraje es esencial para satisfacer los requisitos de la industria ganadera; sin embargo, encuentra dificultades debido a los factores climáticos perjudiciales y al deterioro del suelo, exacerbados por prácticas agrícolas no sostenibles. La utilización de biorreactores anaeróbicos facilita la transformación de los desechos del ganado en biofertilizantes ricos en nutrientes, lo que mejora la calidad del suelo, fomenta la sustitución de fertilizantes químicos en los cultivos agrícolas y mitiga las repercusiones ecológicas. La evaluación del ciclo de vida es una metodología que permite evaluar los posibles efectos ambientales asociados a los productos y servicios, siendo la huella de carbono (HC) el indicador más ampliamente reconocido. En consecuencia, esta metodología se ha utilizado ampliamente para analizar los impactos relacionados con la producción de fertilizantes químicos; sin embargo, existe una escasez de investigaciones que aborden las implicaciones ambientales de los biofertilizantes derivados de materiales orgánicos. El objetivo de esta investigación es evaluar la HC asociada a la generación y aplicación de un biofertilizante producido a partir de un biorreactor anaeróbico en comparación con los métodos convencionales empleados por los pequeños productores de Mezquital, Durango, México. La investigación considera una unidad funcional de 1 hectárea sembrada de avena, adoptando una perspectiva de la cuna a la puerta. El HC se determinó utilizando el software OpenLCA v.2.0.1, mientras que los datos de background se obtuvieron de la base de datos Ecoinvent v.3.8.1. Los hallazgos indican que la producción y la utilización del biofertilizante dan como resultado un HC de aproximadamente 487 kg de CO₂ equivalente. Estos hallazgos sugieren que, en términos de HC, la generación y aplicación de este biofertilizante producen un impacto menor en comparación con las alternativas sintéticas.



2025-15-AFA

Análisis de temperatura en el Lombricario V100 y parámetros de lixiviados a base de estiércol de bovino

Barrón-Bravo Oscar Guadalupe^{1*}, Patishtan Pérez Juan¹, Avilés-Ruiz Ricardo¹, Ángel-Sahagún César Andrés², Garza-Cedillo Rubén Darío³, Vázquez-Nava José Matilde⁴

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP-CIRNE). Campo Experimental las Huastecas, Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas, México. ² Universidad de Guanajuato, Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Irapuato Guanajuato, México. ³ INIFAP-CIRNE, Campo Experimental Río Bravo, Río Bravo, Tamaulipas, México. ⁴ Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Altamira, Tamaulipas, México. *Autor de correspondencia: barron.oscar@inifap.gob.mx

Antecedentes

En los sistemas de producción animal el estiércol de bovino puede ser aprovechado para las tecnologías de biorremediación, empleando técnicas entre las que destacan el compostaje y la lombricomposta, que han demostrado un éxito significativo en la recuperación de la calidad biológica de suelos (Nobili et al., 2022). El compostaje es un proceso de biotransformación muy eficaz, puede convertir la materia orgánica en fertilizantes a través de la influencia de microorganismos, este proceso es una forma ecológica de diversificar los productos (Liu et al., 2024). La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos obligado a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles (Balaska et al., 2023). Los abonos orgánicos constituyen una alternativa viable y ambientalmente segura que permite obtener producciones sustentables en los cultivos (Bergstrand, 2022), los lixiviados de composta y lombricomposta comúnmente se están utilizando cada vez más como abonos y fertilizantes (Kurniawan, 2023).

Justificación

El uso excesivo de los fertilizantes químicos ha provocado un impacto negativo en los agroecosistemas, tal es el caso de la degradación y compactación de los suelos, pérdida de fertilidad, reducción de la biodiversidad y contaminación de las aguas subterráneas (Chali-Abate et al., 2023). Una alternativa a esta problemática son métodos alternativos que promueven el desarrollo sustentable, utilizando los recursos naturales con el menor impacto posible, dentro de estos se destaca la lombricultura, la cual ayuda a disminuir la aplicación de fertilizantes sintéticos a través del uso de abonos orgánicos para la restauración de la nutrición del suelo (Castillo et al., 2016). Es necesaria la capacitación para producir lixiviado de lombricomposta de calidad para poder aplicarlo a una escala global, especialmente en su uso y beneficios como biofertilizante, convenciendo por resultados y por ser métodos sustentables. Es importante continuar evaluando y determinando la efectividad del lixiviado de lombricomposta en las diferentes condiciones que se puede utilizar y los resultados que se obtienen (Chávez, 2020).



Objetivo

Desarrollar un análisis de las temperaturas registradas en el Lombricario V100 y sus parámetros de lixiviados producidos con base de estiércol de bovino

Metodología

El estudio se realizó en las instalaciones del INIFAP, CIRNE, Campo Experimental Las Huastecas, en Altamira, Tamaulipas. El experimento se realizó con lombricarios tipo canoa, los cuales fueron construidos dividiendo contenedores industriales de 220 litros de capacidad tipo barriles de plástico partido por la mitad en forma lateral con forma de comedero tipo canoa (Lombricarios V100), los cuales fueron colocados en una base de madera de tipo tarima, con pendiente de 10°, con el objetivo de recircular el lixiviado, el cual es obtenido por gravedad escurriendo por la salida, y al final se recolectó en un recipiente de 20 litros de capacidad.

Proceso de producción de lixiviado de lombricomposta: Para la elaboración de la composta con base de bovinasa se recolectó el estiércol seco, pulverizado por el pisoteo de los animales bovinos en sistema semiextensivo, en costales, posteriormente, se colectó tierra de monte y pasto de las praderas del CEHUAS, ambos insumos se trasladaron hacia el Laboratorio de Salud Animal. Se almacenó Los ingredientes a temperatura ambiente en un contenedor de plástico de 100 litros. Para realizar la mezcla de los materiales para los Lombricarios V100 se utilizaron estiércol de bovino (15 kg), tierra de monte (6 kg), pasto seco (6 kg) y grava (3kg) (Cuadro 1), para posteriormente agregar el agua, hasta tener una humedad del 80%.

Evaluación de parámetros en los lixiviados de lombricomposta con base de bovinasa: La evaluación de la temperatura se realizó en los diferentes lombricarios de acuerdo a los puntos de muestreo del 1 al 7 (Figura 1), en diferentes puntos de muestreo con termómetro de mercurio de inmersión parcial de aproximadamente 30 cm de profundidad. El lixiviado obtenido diariamente se evaluó para determinar sus parámetros de calidad los cuales fueron: el pH (1–14), la Conductividad eléctrica (CE; dS cm^{-1}), los Sólidos totales (ST; ppm), la Salinidad (SLND; ppm), la Temperatura ambiental (TA; °C) y la Temperatura de lixiviado (TL; °C), posteriormente fue almacenado en un contenedor con lixiviado maduro.

Análisis estadísticos

Se generó la base de datos en el programa Excel con los resultados de los parámetros medidos, los datos fueron depurados, recodificados y organizados para su análisis en el programa estadístico Statgraphics, edition 18 (2017). Con los resultados de la temperatura interna se realizaron análisis de varianza (ANDEVA) con diseño factorial, la variable dependiente fue la Temperatura en °C, y las fuentes de variación o factores fueron los Meses (cuatro niveles): 1) Agosto, 2) Septiembre, 3) Octubre, y 4) Noviembre y los Puntos de Muestreo (PM; 7 Niveles); la Temperatura Ambiental (TA) con dos niveles: ($\geq 30^\circ\text{C}$ y $< 30^\circ\text{C}$); el contenedor con cuatro niveles (uno al cuatro); en el caso de PM los niveles fueron del 1 al 7 (Figura 1). La comparación múltiple de medias se realizó con el método de Tukey ($P < 0.05$). Se analizaron las interacciones de primer orden. Posteriormente se realizaron cinco ANDEVA



sobre los parámetros de lixiviado: pH, CE, ST, SLND, y TL, siendo la variable dependiente cada uno de los parámetros en cada ANDEVA, y los factores fueron los Meses con tres niveles (1)Septiembre, 2)Octubre, y 3)Noviembre); la Temperatura Ambiental (TA) con dos niveles ($\geq 30^\circ\text{C}$ y $< 30^\circ\text{C}$); el Lombricario con seis niveles: 1)Testigo; 2 al 5)Lombricarios; 6)Lixiviado Maduro. La comparación múltiple de medias se realizó con el método de Tukey ($P < 0.05$) y se analizaron las interacciones de primer orden.

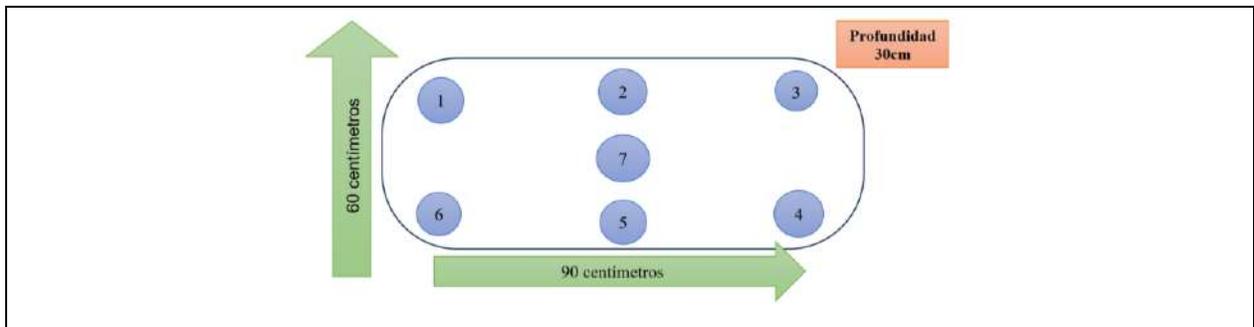


Figura 1. Puntos de Muestreo de temperatura en lombricarios tipo canoa, instalados en el Laboratorio de Salud Animal del Campo Experimental Las Huastecas

Resultados

Análisis de temperatura en el Lombricario V100 en interior

El análisis de la varianza y las medias de mínimos cuadrados (MMC) para Temperatura Interna del Lombricario V100 tipo canoa en Interior se presentan en el Cuadro 1. Los factores Meses y TA fueron altamente significativos ($P < 0.01$). La media global de la temperatura interna fue 29.4°C con un rango de 26.6 a 30.6°C , presentados en Julio y Noviembre respectivamente. En cuanto al factor TA la mayor media fue 30.3° para $\geq 30.0^\circ\text{C}$ y la menor fue de 28.5 para $< 30.0^\circ\text{C}$. En cuanto a los factores Lombricario y PM resultaron no significativos ($P < 0.05$). La interacción entre las fuentes de variación no presentó diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$).

Parámetros Lixiviado de Lombricario V100 en Interior

En el ANDEVA de la variable pH la media general fue de 8.29, el factor Lombricario resultó significativo ($P < 0.01$), el Lombricario seis presentó el pH de 8.47 y el menor fue el tres con 8.19. En el ANDEVA para CE la media general fue 8.37 dS cm^{-1} el factor Lombricario resultó significativo ($P < 0.01$), el Lombricario con mayor CE fue el dos con 17.81 dS cm^{-1} y el menor el testigo con 1.25 dS cm^{-1} . Para el ANDEVA de ST la media general fue de 4386.0 ppm, el factor Lombricario fue significativo ($P < 0.01$), el Lombricario dos tuvo mayor ST con 8890.1 ppm y el menor fue el testigo con 592.8 ppm. Para el ANDEVA de SLND la media general fue de 4898.7 ppm, el factor Lombricario fue significativo ($P < 0.01$), el lixiviado con mayor SLND fue el



Lombricario dos con 10090.8 y el menor fue el Testigo con 706.7 ppm. Para el ANDEVA de TL la media general fue de 26.2, los factores Meses, TA y Lombricario fueron significativos ($P < 0.01$), la mayor TL se presentó en Septiembre con 27.3 y la menor en Noviembre con 24.9, en el factor TA la mayor fue $\geq 28^\circ\text{C}$ con 27.8 y la menor fue $< 28^\circ\text{C}$ con 24.6, en el factor Lombricario la mayor TL fue en el Testigo con 27.1 y la menor en el Lombricario cuatro con 25.7. Las interacciones resultaron no significativas (Cuadro 2).

Cuadro 1. Análisis de varianza y medias de mínimos cuadrados (MMC) para Temperatura Interna del Lombricario V100 tipo canoa en Interior

FACTOR	P	MES	n = 882	MMC	EE	Tukey
Meses	**	Agosto	238	30.6	0.11	b
		Septiembre	210	31.7	0.13	a
		Octubre	322	28.6	0.10	c
		Noviembre	112	26.6	0.15	d
TA	**	$\geq 30^\circ\text{C}$	448	30.3	0.10	a
		$< 30^\circ\text{C}$	434	28.5	0.09	b
Contenedor	NS	1	119	29.3	0.13	a
		2	119	29.4	0.13	a
		3	322	29.5	0.08	a
		4	322	29.4	0.08	a
PM	NS	1	126	29.3	0.13	a
		2	126	29.4	0.13	a
		3	126	29.3	0.13	a
		4	126	29.3	0.13	a
		5	126	29.4	0.13	a
		6	126	29.4	0.13	a
		7	126	29.5	0.13	a
				$\mu = 29.4$		

PM: punto de muestreo; P: significancia; **: altamente significativo ($P < 0.01$); n: número de datos; μ : media general; diferente literal sobre el mismo factor son diferentes Tukey ($P < 0.05$); μ : media general.

Discusión

Tortarolo et al. (2008) mencionan que la temperatura es un factor que afecta significativamente el metabolismo microbiano y la dinámica poblacional en el proceso del compostaje, los autores trabajaron en Argentina, evaluando la temperatura durante el proceso de compostaje de varios materiales orgánicos, teniendo como base desechos de jardín y estiércol de caballo, las temperaturas en el proceso mostraron una curva clásica de temperatura comenzando con una fase corta de latencia seguida por un incremento rápido manteniéndose la temperatura, aproximadamente dos meses, y culminando en una fase gradual de descenso de alrededor de un mes, los tratamientos que recibieron inóculo alcanzaron temperaturas más altas y la fluctuación de las mismas fue menor durante la fase termófila, las temperaturas máximas se muestran alrededor de los 70°C , con un rango óptimo de 52 a 65°C en la fase termófila, y una reducción gradual de temperatura en la fase de maduración de 50 hasta 20°C , sus resultados



concuerdan con el presente estudio, correspondiendo a cada etapa del proceso de compostaje, esto seguramente debido a que las condiciones y manejo del compostaje se llevó a cabo de manera oportuna, para aprovechar de forma eficiente todos sus beneficios. Rivas-Nichorzon y Silva-Acuña (2020) trabajaron con compostas a base de estiércol bovino, en Venezuela, con tres variantes en su mezcla, residuos de jardinería, pergamino de café y bora (*Eichhornia crassipes*), la composta de pergamino de café presentó los valores más altos de pH 6.8, la de bora resultó mayor en CE 11.4 dS cm⁻¹, y la de residuos de jardinería los menores con pH 6.6 y CE 2.8 dS cm⁻¹, aunque la composta de bora presentó los promedios más elevados de nutrimentos tanto de materia orgánica como de minerales, los resultados de sus estudio son similares a los encontrados en los encontrados en el presente estudio, con un pH menor, probablemente sea debido a los tiempos de compostaje que se extendieron en el presente estudio para asegurar la calidad de los lixiviados.

Cuadro 2. Parámetros de lixiviados de lombricomposta V100 en invernadero del Campo Experimental Las Huastecas, Altamira Tamaulipas en Interior

FACTOR	Niveles	n (138)	pH (1-14)	CE (dS cm ⁻¹)	ST (ppm)	SLND (ppm)	TL (°C)
Meses			NS	NS	NS	NS	**
	Septiembre	30	8.26a	9.13a	4637.7a	6044.1a	27.3a
	Octubre	84	8.32a	8.29a	4167.9a	4520.9a	26.3b
TA	Noviembre	24	8.30a	7.68a	3827.1a	4131.0a	24.9c
			NS	NS	NS	NS	**
	≥ 28°C	54	8.32a	8.43a	4217.7a	4915.9a	27.8a
	< 28°C	84	8.27a	8.30a	4204.1a	4881.5a	24.6b
<u>Lombricario</u>			**	**	**	**	**
	Testigo	23	8.30a	1.25d	592.8d	706.7c	27.1a
	2	23	8.28a	17.81a	8890.1a	10090.8a	26.1b
	3	23	8.19a	17.33a	8875.5a	9904.7a	25.9b
	4	23	8.28a	3.21c	1592.0c	1730.3c	25.7b
	5	23	8.29a	3.31c	1650.7c	1783.4c	25.8b
	6 (maduro)	23	8.47b	7.31b	3664.2b	5176.4b	26.5ab
μ			8.29	8.37	4386.0	4898.7	26.2

ST: Sólidos totales; SLND: salinidad; TA: Temperatura ambiental TL: temperatura de lixiviado; *: significativo (P<0.05); **: altamente significativo (P<0.01); n: número de datos; μ : media general; diferente literal sobre el mismo factor son diferentes Tukey (P<0.05).

Conclusión

La temperatura del proceso de compostaje en los Lombricarios V100, fue influenciada por los factores Meses y Temperatura Ambiental, y los parámetros del lixiviado a base de estiércol de bovino: pH, Conductividad eléctrica (CE), Sólidos totales (ST), Salinidad (SLND) y Temperatura del Lixiviado (TL) fueron influenciados por los factores: Lombricario y Temperatura Ambiental (TA). Los sistemas establecidos Lombricarios V100 tienen la ventaja de funcionar de forma práctica en pequeña escala y con facilidad de movimiento de la ubicación, los resultados



aportaran para tener un mejor control del proceso de compostaje y manejo sustentable de residuos agropecuarios.

Bibliografía

- Balaska, V., Adamidou, Z., Vryzas, Z., Gasteratos, A., 2023. Sustainable crop protection via robotics and artificial intelligence solutions. *Machines*. 11 (8): 774. <https://doi.org/10.3390/machines11080774>
- Bergstrand K.J., 2022. Organic fertilizers in greenhouse production systems – a review. *Scientia Horticulturae*. 295: 110855. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110855>
- Castillo J., Pérez R., Navarro O., 2016. Caracterización del lombricompostaje con bovinaza, *Gliricidia sepium* y *Pennisetum purpureum*, procedentes de la granja ecológica san judas tadeo, Sampúes, Sucre, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*. 8: 268-275. <https://doi.org/10.24188/recia.v8.n0.2016.381>
- Chali-Abate J., 2023. The Impacts of Using Inorganic Chemical Fertilizers on the Environment and Human Health. *Organic & Medicinal Chem IJ*. 13 (3): 555864. <https://juniperpublishers.com/omcij/pdf/OMCIJ.MS.ID.555864.pdf>
- Kurniawan, T.A., Othman, M.H.D., Liang, X., Goh, H.H., Chew, K.W., 2023. From liquid waste to mineral fertilizer: Recovery, recycle and reuse of high-value macro-nutrients from landfill leachate to contribute to circular economy, food security, and carbon neutrality. *Process Safety and Environmental Protection*. 170. 791-807. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2022.12.068>
- Liu C., Li H., Ni J.Q., Zhuo G., Chen W., Zheng Y., Zhen G., 2024. Effect of municipal sludge-based biochar produced at different pyrolysis temperatures on humification and oxytetracycline degradation of pig manure composting. *Science of The Total Environment*. 906: 167816. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167816>
- Nobili S., Masin C.E., Zalazar C.S., Lescano M.R., 2022. Bioremediation of hydrocarbon contaminated soil using local organic materials and earthworms. *Environmental Pollution*. 314: 120169. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120169>
- Rivas-Nichorzon M., Silva-Acuña R., 2020. Calidad física y química de tres compost, elaborados con residuos de jardinería, pergamino de café y bora (*Eichhornia Crassipes*). *Revista Ciencia UNEMI*. 13 (32): 87-100. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol13iss32.2020pp87-100p>
- Tortarolo M.F., Pereda M., Palma M., Arrigo N.M., 2008. Influencia de la inoculación de microorganismos sobre la temperatura en el proceso de compostaje. *Ciencia del suelo*. 26 (1): 41-50. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672008000100005&lng=es&tlng=pt.



2025-16-AFA

Estado de conservación del bosque de manglar del sistema lagunar costero de mandinga, Veracruz

Buendía-Buendía, Laura Lisbeth¹; Aldeco-Ramírez, Javier ²; Roldán-Aragón, Iván Ernesto³ y Villegas, Alejandro⁴

¹ Estudiante de la Maestría en Ecología Aplicada, Departamento El Hombre y su Ambiente (DEHA), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco (UAM-X). 2232800718@alumnos.xoc.uam.mx

²Laboratorio de Procesos Costeros, DEHA, UAM-X. jaldeco@correo.xoc.uam.mx ³Laboratorio de Planeación Ambiental, DEHA, UAM-X. jeroldan@correo.xoc.uam.mx ⁴Ciencia y Comunidad por la Conservación A.C. Providencia 795, Col. Las Garzas, C.P. 23079, La Paz, Baja California Sur. alejandro.acutus@gmail.com

Resumen

Los manglares, bosques costeros tropicales, son ecosistemas altamente productivos que brindan protección costera, regulación climática, sustento de biodiversidad, además de contribuir al bienestar humano. No obstante, enfrentan amenazas crecientes debido a la urbanización, el cambio de uso del suelo y la expansión agrícola, lo que pone en riesgo su funcionalidad. Este estudio evalúa el estado de conservación del manglar en el Sistema Lagunar Costero de Mandinga, Veracruz. El análisis incluyó datos sobre cobertura, variables hidrológicas de la laguna, estructura del manglar y un análisis de las amenazas. Los resultados indican que el manglar se encuentra en estado vulnerable. Las principales amenazas son la alteración del flujo hidrológico natural, el cambio de uso del suelo por urbanización y la expansión ganadera, lo que provoca pérdida de cobertura y afectaciones en la integridad ecológica. El manglar se encuentra en un estado vulnerable y amenaza alta, es urgente implementar políticas de manejo sostenible e integrar a las comunidades locales en la protección del manglar para garantizar su conservación y resiliencia a largo plazo.

Bibliografía

- Basáñez-Muñoz, A. D. J., Serrano, A., Cuervo-López, L., Naval-Ávila, C., Capistrán-Barradas, A., y Jordán-Garza, A. G. 2022. "Comparación de valores estructurales de manglar en diferentes condiciones de degradación ecológica", en *Polibotánica*, (54): 51-69.
- Costanza, R., De Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P., ... y Grasso, M. 2017. "Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go?", en *Ecosystem Services*, 28: 1-16.
- Dinerstein, E., Olson, D. M., Graham, D. J., Webster, A. L., Primm, S. A., Bookbinder, M. P., y Ledec, G. 1995. *Una evaluación del estado de conservación de las eco-regiones terrestres de América Latina y el Caribe*. Washington, DC, USA: Banco Mundial, p. 135.



2025-17-AFA

Respuesta de nuevos híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para la zona de transición y de subtropico de México

Alfonso Peña Ramos¹, Omar Iván Santana¹, Alejandro Ledesma Miramontes², Ricardo Ernesto Preciado Ortiz³, José Luis Ramírez Díaz² y César del Ángel Hernández Galeno⁴

¹Campo Experimental Pabellón, CIRNOC-INIFAP, C.E. pena.alfonso@inifap.gob.mx; ²Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, CIRPAC-INIFAP, C.E. ledesma.alejandro@inifap.gob.mx; ³Campo Experimental Bajío, CIRCE-INIFAP, preciado.ricardo@inifap.gob.mx; ⁴Campo Experimental Iguala, CIRPAS-INIFAP, C.E. hernandez.cesar@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Las áreas de riego y de buen temporal de la zona de transición y del subtrópico de México son regiones importantes de producción de maíz en México. En la región, los rendimientos por unidad de superficie son muy variables y dependen mucho del manejo agronómico y del híbrido seleccionado. Los datos oficiales (SIAP, 2025), señalan fluctuaciones en rendimiento desde 3.0 a más de 10 t/ha, lo que muestra una amplia variación probablemente ocasionada por factores ambientales adversos. La genética tiene gran influencia en la expresión del rendimiento; sin embargo, el ambiente puede enmascarar su expresión potencial; de ahí la necesidad de contar con híbridos con amplia adaptación y tolerancia a factores bióticos y abióticos que afectan la producción.

Una de las herramientas básicas en el mejoramiento genético de plantas es el estudio de la interacción genotipo x ambiente (G x A). Mediante esta técnica, se pueden identificar materiales con adaptación específica a algún ambiente en particular, pero también materiales que muestran estabilidad y adaptación en un gran número de ambientes (Córdova, 1992; Zambrano *et al.* 2017; Nirmal *et al.* 2019). La interacción G x A es frecuentemente descrita como la inconsistencia del comportamiento entre genotipos desde un ambiente a otro, y cuando esta ocurre en gran proporción, reduce el progreso genético de la selección (Lee *et al.* 2003) y dificulta la identificación de materiales a recomendar para una zona determinada. Una alternativa es buscar estrategias que reduzcan esa interacción identificando áreas más homogéneas o utilizando genotipos más uniformes que optimicen los recursos en ambientes más favorables, sin embargo, aún con este refinamiento, el nivel de la interacción puede permanecer alto. Varios métodos han sido propuestos para dilucidar la interacción GxA y uno de los más comúnmente usados es el de parámetros de estabilidad de Eberhart y Russel (1966).

La utilización de estas herramientas es el primer paso para identificar híbridos sobresalientes en rendimiento y áreas de adaptación. Sin embargo, en gran parte de la región norte y centro-occidente de México se ha observado una emergente necesidad de identificar híbridos tolerantes a la pudrición de tallo por *Fusarium* spp., el cual además de mermar el rendimiento (Hernández, *et.al.* 2016), conlleva a un riesgo por contaminación de micotoxinas (Ogunade *et al.*, 2018). Estudios recientes indican que



hay una gran variación en la incidencia de la enfermedad entre fuentes de germoplasma (Hernández, *et.al.* 2016). La resistencia genética es el método más efectivo de control de la enfermedad; de ahí que resulte necesario identificar y seleccionar fuentes de tolerancia, que permitan reducir el impacto negativo sobre el rendimiento.

El objetivo del presente estudio fue determinar la respuesta, estabilidad del rendimiento y sanidad de nuevos híbridos de maíz en ambientes de riego y buen temporal en localidades de la zona de transición y subtrópico México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material genético utilizado consistió de 11 híbridos experimentales de cruce simple generados en el Campo Experimental Pabellón del INIFAP (Cuadro 1). Los híbridos fueron seleccionados por su producción y tolerancia a *Fusarium* spp del tallo, en un lote con alta incidencia de inóculo. Estos híbridos más dos testigos comerciales fueron evaluados para producción de grano de 2021 a 2024 en diez ambientes, localizados en cuatro localidades diferentes en altitud y clima (Cuadro 2).

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con tres repeticiones; la parcela experimental consistió de dos surcos de 5.0 m de largo y 0.76 m de ancho y en algunos casos de un surco del mismo tamaño. La evaluación se realizó bajo condiciones de riego en Pabellón y Celaya y bajo temporal en Tepatitlán y en Olinalá. En Pabellón y Celaya se sembró siempre a finales de mayo; mientras que en Tepatitlán y en Olinalá al inicio del temporal. El riego en Pabellón se realizó con cintilla, mientras que en Celaya se regó por gravedad. La densidad de población fue de 80 mil plantas por hectárea y el tratamiento de fertilización de 280N-100P-00K en Pabellón, 200N-80P-00K en Celaya, de 170N-70P-35K en Tepatitlán y de 180N-70P-00K. Se evaluó el rendimiento de grano cosechado al 14 % de humedad y se tomaron datos de humedad del grano a la cosecha (HG), porcentaje de desgrane (DES), porcentaje de mazorcas con pudriciones (MZP) y porcentaje de plantas con

Cuadro 1. Material genético utilizado en el estudio

Número	Cruza
1	PTFP F2-18-1-7 x PTFX F2-9-1-6
2	PTFP F2-19-1-1 x PTFC F2-25-1-8
3	PTFP F2-40-2-1 x PTFX F2-9-1-6
4	PTFP F2-18-1-7 x PTFX F2-8-3-2
5	PTFC F2-25-1-8 x PTFN-F2-8-1-1
6	PTFN-F2-27-1-6 x PTFC F2-5-1-2
7	PTFX F2-8-3-2 x PTFN-F2-19-1-5
8	PTFP F2-9-1-1 x PTFX F2-9-1-6
9	PTFC F2-24-4-4 x PPC-b -2-1-2-1-b-4-b-1
10	PTFN-F2-19-1-5 x PTFC F2-2-6-4
11	PTFN-F2-8-1-1 x CML 552-b-1
12	SALAMANDRA (Testigo 1)
13	H-383 (Testigo 2)



Cuadro 2. Localización y condiciones de clima promedio histórico durante el verano de las localidades de evaluación

Localidad	Altitud (msnm)	Precipitación (mm)	Temp Med (°C)
Pabellón, Ags	1920	356	19.7
Celaya, Gto	1767	573	21.5
Tepatitlán, Jal	1889	975	21
Olinalá, Gro.	1345	800	20.8

podrición del tallo por *Fusarium* (FUS). Se realizó un análisis de varianza por localidad y otro combinado bajo el modelo de bloques completos al azar para cada variable, y la comparación de medias se realizó mediante el estadístico DMS al 0.05 de probabilidad. Adicionalmente se realizó un análisis de parámetros de estabilidad exclusivamente para rendimiento de grano, mediante el procedimiento descrito por Eberhart y Russel (1966).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza combinado detectó diferencias significativas entre genotipos y ambientes para todas las variables medidas (Cuadro 3), indicando la existencia de variabilidad genética en los materiales de estudio, lo cual sugiere la posibilidad de seleccionar híbridos con mejores características agronómicas. También se deduce que existen diferencias en suelo, clima y/o manejo en los ambientes de evaluación que afectaron de diferente manera la expresión de los híbridos. Resultados similares han sido reportados por otros investigadores (Córdova, 1992; Nirmal *et al.*, 2019). Significancia estadística se observó también para la interacción GxA, para todos los caracteres analizados, indicando respuestas diferenciadas entre los híbridos a través de ambientes. Lo anterior, era de esperarse debido a que los híbridos provienen de cuatro poblaciones con constitución genética contrastante. La interacción GxA, puede ser una condición importante en la selección de genotipos superiores, especialmente para ambientes específicos en los cuales un híbrido puede tener una respuesta sobresaliente (Zambrano *et al.* 2017).

Cuadro 3. Análisis de varianza combinado para rendimiento de grano y otras variables de interés

F de V	GL	REND	HG	DES	MZP	FUS
Rep	2	1.78	0.31	38.14	78.56	8.41
Genotipo (G)	9	935.22**	347.59**	1245.36**	3132.10**	211.69**
Ambiente (A)	12	8.73**	71.45**	94.26**	256.60**	210.23**
G x A	108	5.89**	9.93**	12.29*	99.50**	105.82**
Error	258	935.22**	2.69	9.17	50.40	20.29

*, ** Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad.

El rendimiento de grano promedio por localidad fluctuó entre 3.9 t/ha y 16.9 t/ha (Cuadro 4). Los mayores rendimientos se obtuvieron en la localidad de Pabellón, Ags, en todos los años de evaluación. Este resultado era de esperarse debido a las buenas condiciones de manejo del cultivo, riego a la demanda y alta fertilización que se realizaron en esa localidad; en contraste, los rendimientos más bajos se registraron en Olinalá y Tepatitlán, debido principalmente a las pobres condiciones de precipitación



que se registraron en esos años. De acuerdo con Sabaghnia *et al.* (2006), afectaciones severas de los genotipos por condiciones de clima adverso, dificulta la selección de material sobresalientes, debido a que bajo esas condiciones la variación genética observada es reducida. En el presente estudio, ninguna de las cruza difirió significativamente en las localidades evaluadas bajo temporal. Por otra parte, ningún híbrido sobresalió en todos los ambientes, pero siete de ellos, lo fueron en al menos 4 localidades (1, 3, 4, 5, 7, 11 y el testigo 1); lo que deja abierta la posibilidad de seleccionar alguno de ellos con fines de registro ante el CNVV.

Los híbridos en promedio de ambientes, presentaron una considerable variación genética en la expresión del rendimiento de grano; no obstante que fueron híbridos seleccionados por su alto potencial de producción; éste fluctuó entre 9.7 y 11.8 t/ha

Cuadro 4. Rendimiento de grano de 11 híbridos experimentales y dos testigos a través de ambientes (t/ha)

Híbrido	Pab21	Cel21	Pab22	Olin22	Tep22	Pab23	Cel23	Tep23	Pab24	Tep24
1	20.2	8.0	16.0	6.7	7.1	15.7	11.4	5.6	15.4	4.5
2	15.2	9.6	18.6	7.9	5.7	15.1	9.9	5.1	15.9	3.0
3	17.0	11.3	17.3	6.9	8.0	14.5	12.9	3.7	15.7	4.2
4	20.1	10.9	16.2	7.7	7.7	14.7	13.0	4.2	16.2	4.3
5	16.8	10.7	18.8	6.7	8.6	15.2	11.7	4.6	16.0	3.6
6	16.8	11.2	17.3	7.0	6.9	12.0	10.5	4.3	14.3	2.5
7	18.0	9.6	16.3	7.7	6.2	15.2	12.4	6.4	15.2	3.1
8	16.5	11.3	17.1	6.4	6.1	15.5	9.2	5.5	15.5	5.2
9	15.7	11.8	16.7	6.0	6.9	13.1	12.2	6.1	14.0	4.8
10	17.9	10.2	16.1	6.6	6.6	14.9	9.9	4.5	14.3	3.3
11	17.1	11.4	13.5	5.1	5.7	15.6	14.2	4.5	16.8	3.4
12 (T1)	11.3	15.0	18.7	8.0	7.7	16.2	13.1	5.5	17.2	5.3
13 (T2)	11.4	11.0	17.6	6.7	7.1	12.7	9.7	5.6	12.0	3.6
Media	16.4A	10.9C	16.9A	6.9D	7.0D	14.6B	11.5C	5.1E	15.3B	3.9F
DMS 0.05	3.1	3.1	2.0	ns	1.1	2.2	3.0	ns	2.3	ns

Medias en negritas dentro de cada columna son superiores estadísticamente $P \leq 0.05$; Diferentes literales en mayúsculas en las medias de localidades son diferentes estadísticamente $P \leq 0.05$.

(Cuadro 5). Cinco híbridos experimentales (1, 3, 4, 5 y 7) estuvieron en el grupo estadísticamente superior ($P \leq 0.05$) junto con el testigo comercial 12 (Salamandra), con rendimientos superiores a 11.0 t/ha. Estos rendimientos se consideran aceptables, debido a que el promedio regional fluctúa entre 7.0 y 8.5 t/ha en riego y menos de 4.0 t/ha en temporal. El testigo 2 del INIFAP, (H-383), es un híbrido muy demandado por productores por su alta productividad y adaptación a una gran gama de ambientes, tuvo el rendimiento más bajo con solo 9.7 t/ha; es decir, menos de una tonelada que los mejores híbridos experimentales, de ahí que se considera que existe un avance considerable con la generación de estos nuevos híbridos.



Cuadro 5. Medias de rendimiento y características agronómicas en promedio de ambientes

HÍBRIDO	REND t/ha	HG %	DES %	MZP %	FUS %
1	11.1a	17.8	80.4	9.3	7.8a
2	10.6	18.1	79.4	9.8	0.4
3	11.2a	17.5	79.8	9.8	4.6
4	11.5a	18.3	79.9	10.6a	1.0
5	11.3a	19.2	79.8	6.3	0.8
6	10.3	16.9	81.9	7.4	0.8
7	11.0a	17.8	78.5	13.6a	1.7
8	10.8	16.9	81.8	7.0	1.1
9	10.7	16.8	84.3a	6.0	7.2a
10	10.4	17.5	81.4	14.0a	2.4
11	10.7	22.7a	77.5	6.4	0.4
12 (T1)	11.8a	17.9	83.2a	11.2a	7.8a
13 (T2)	9.7	17.6	80.0	13.9a	7.8a
DMS0.05	0.9	0.8	1.6	3.6	2.7

Valores en negritas seguidos de la literal "a" para cada variable, indican medias superiores de acuerdo con su DMS0.05.

Diferencias estadísticas se observaron también en el contenido de humedad del grano (HG), porcentaje de desgrane (DES), de mazorcas podridas (MZP) y de pudrición de tallo por Fusarium (FUS). En cuanto a HG, destaca el híbrido 11 por su alto contenido de humedad con 22.7%; por lo que se deduce que es muy tardío comparado con el resto que fueron similares entre sí. Por otra parte, el DES, característica que regularmente se contempla como criterio de selección adicional al rendimiento, muestra en general valores bajos, con excepción del híbrido 9 y el testigo 1. Se espera que híbridos con alto DES, tengan una expresión mayor en su rendimiento; en el presente estudio no fue el caso, ya que híbridos con bajo DES tuvieron alto rendimiento, debido probablemente a un mayor tamaño de mazorca o mayor cantidad de mazorcas por planta, lo cual compensó su bajo porcentaje de grano en la mazorca.

La pudrición de mazorcas y de Fusarium son dos factores que afectan negativamente la producción, sanidad y calidad del grano y de la planta, y en lugares húmedos el problema puede ser mayor. En este estudio, hubo ocho híbridos con menos de 10% de pudrición de mazorcas y la mayoría con prácticamente nada de pudrición del tallo por Fusarium. Estos resultados tienen sentido, debido a que en el mejoramiento se ha puesto mucha atención en la selección de genotipos tolerantes a esta enfermedad en suelos altamente infestados con el hongo. Solo los híbridos 1 y 9, tuvieron una incidencia de Fusarium superior a 7.0 %, similar a la de los testigos. Valores inferiores a 10% en suelos infestados por la enfermedad generalmente no representan alto riesgo en la producción de maíz.

Como resultado del análisis de parámetros de estabilidad, en el Cuadro 6, se presenta la media general del rendimiento de grano, el coeficiente de regresión bi y el cuadrado medio de desviaciones S^2d . Como fue descrito anteriormente, el testigo 1 (Salamandra) y los híbridos experimentales 1,3,4,5 y 7 resultaron superiores, con rendimientos de



grano que fluctuaron entre 11.8 y 11.0 t/ha. Por otra parte, se observó también, que, de los 13 híbridos evaluados, diez presentaron un coeficiente de regresión $bi = 1$, y tres, presentaron coeficientes de regresión diferentes a la unidad, de los cuales el híbrido 5 fue superior a la unidad y 9 y 13 (Testigo 2) inferiores.

Cuadro 6. Rendimiento de grano y estimadores de parámetros de estabilidad

Núm	Cruza	Rend t/ha	bi	S^2d_i
1	PTFP F2-18-1-7 x PTFX F2-9-1-6	11.1a	1.06	1.96
2	PTFP F2-19-1-1 x PTFC F2-25-1-8	10.6	1.06	0.33
3	PTFP F2-40-2-1 x PTFX F2-9-1-6	11.2a	1.04	-0.51
4	PTFP F2-18-1-7 x PTFX F2-8-3-2	11.5a	1.08	0.56
5	PTFC F2-25-1-8 x PTFN-F2-8-1-1	11.3a	1.08*	-0.51
6	PTFN-F2-27-1-6 x PTFC F2-5-1-2	10.3	1.01	-0.02
7	PTFX F2-8-3-2 x PTFN-F2-19-1-5	11.0a	1.02	0.05
8	PTFP F2-9-1-1 x PTFX F2-9-1-6	10.8	0.99	0.10
9	PTFC F2-24-4-4 x PPC-b -2-1-2-1-b-4-b-1	10.7	0.90*	-0.39
10	PTFN-F2-19-1-5 x PTFC F2-2-6-4	10.4	1.04	-0.35
11	PTFN-F2-8-1-1 x CML 552-b-1	10.7	1.06	2.28
12	SALAMANDRA	11.8a	0.90	4.90*
13	H-383	9.7	0.78*	1.53
		DMS 0.05 =	0.87	

Medias con la literal "a" pertenecen al grupo estadísticamente superior en Rend ($P < 0.05$); * para bi = diferente de 1, ($P \leq 0.05$); * para S^2d_i = diferente de cero ($P \leq 0.05$).

Adicionalmente, se observó que solo el testigo 1 Salamandra, presentó una desviación de regresión $S^2d_i \neq 0$, indicando que no tiene una predicción precisa, quizás porque fue más sensible al efecto ambiental.

De acuerdo con el modelo de Heberhart y Russell (1966), un genotipo es estable si tiene alto rendimiento de grano, $bi = 1$ y $S^2d_i = 0$. Basado en estos parámetros, se puede deducir que hubo cuatro híbridos experimentales estables sobresalientes (1, 3, 4 y 7), un híbrido con mejores respuestas en buenos ambientes con riego, buen manejo agronómico y alta fertilización como Pabellón y Celaya (5), y el testigo 1 (Salamandra), con una respuesta inconsistente a través de ambientes. Otros híbridos fueron estables, pero con rendimientos inferiores al grupo estadísticamente superior en rendimiento. El híbrido 9 por otra parte, se caracterizó por tener además de bajo rendimiento, una mejor expresión en ambientes pobres. Los resultados encontrados muestran la expresión del potencial genético de al menos cinco híbridos a los ambientes de evaluación, en términos de rendimiento, estabilidad y sanidad factibles de proponerse como nuevos materiales ante el CNVV.

CONCLUSIONES

El estudio permitió identificar cinco híbridos sanos con alto potencial de producción y estabilidad para en áreas de riego y buen temporal en regiones de transición y subtropical ubicadas entre los 1700 y 1950 msnm. Estos fueron el 1, 3, 4, 5 y 7 los



cuales fueron comparables al mejor testigo comercial y superiores al testigo sobresaliente del INIFAP, H-383.

BIBLIOGRAFÍA

- Córdova, H.S. 1992. Respuestas diferenciales para rendimiento de híbridos de maíz evaluados en ambientes contrastantes de Latinoamérica PCCMCA 1990. *Agronomía Mesoamericana*. 3:1-8.
- Eberhart, S.A. and Russell, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6:36-40.
- Hernández-Juárez, A.; Aguirre-Uribe, L. A.; Flores-Dávila, M.; Cerna-Chávez, E; Landeros-Flores, J.; Ochoa-Fuentes, Y. M. y Frías-Treviño, G. A. 2016. Incidencia y severidad de pudrición de mazorcas de maíz genéticamente modificado y convencional en Sinaloa, México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 7(6):1477-1484.
- Lee, E.; Dersen, T.; Kannenberg, L. 2003. Genetic components and phenotypic stability in maize. *Crop Science* 43:2018-2027.
- Nirmal, R.R.; Renuka, D.C.P. and Gokulakrishnan, J. 2019. G x E interaction and stability analysis of maize hybrids using Eberhart and Russell model. *IJAEB*:12(1):1-6.
- Ogunade I. M., C. Martínez-Tuppia, O.C. M. Queiroz, Y. Jiang, P. Drouin, F. Wu, D. Vyas y A. T. Adegosan. 2018. *Silage review*: Mycotoxins in silage: occurrence, effects, prevention, and mitigation. *J. Dairy Sci.* 101:4034-4059.
- SIAP. 2025. Consultada el 30/01/2025. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.
- Zambrano Z.E.E.; Limongi, A.J.R.F.; Alarcón, C.F.D.; Villavicencio, L.J.P.; Caicedo V.M.B.; Eguez, M.J.F. and Zambrano, M.J.L. 2017. Interacción genotipo ambiente de híbridos de maíz bajo temporal en Manabí y Los Ríos, Ecuador. *ESPAMCIENCIA* 8(1):7-14.



2025-18-AFA

Factores asociados con la presencia de latencia en semilla de Teocintle (*Zea spp.*).

Adriana Natividad Avendaño López¹, Martín Quintana Camargo², José Sánchez Martínez¹ y María Leonor Román Miranda¹

¹Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara.

²Centro Nacional de Recursos Genéticos CNRG, INIFAP. Autor correspondencia: Martín Quintana Camargo quintana.martin@inifap.gob.mx

Introducción

La latencia es común en las semillas de plantas que crecen en estado silvestre, ya que en su entorno natural no siempre encuentran las condiciones adecuadas para germinar, frecuentemente sus expectativas de supervivencia serían escasas si germinara inmediatamente, de tal forma que semillas que maduran en otoño, pueden permanecer en estado de latencia hasta que aparezcan en primavera, las condiciones ideales para su crecimiento. Como resultado de la interacción planta-ambiente y del proceso de adaptación a su entorno, se ha demostrado que las condiciones climáticas influyen tanto en el tipo, como en la intensidad o profundidad de la latencia en las semillas, (Benech-Arnold, 2000). Los factores ambientales de mayor importancia en la inducción de latencia son las variaciones de temperatura, determinadas por las características fisiográficas y ecológicas del sitio de origen.

México, es considerado el centro de origen y de mayor diversidad del teocintle, encontrándose varias especies y subespecies, de las cuales la mayoría son endémicas (CONABIO, 2006), *Zea mays* subsp. *parviglumis* se considera el ancestro directo del maíz *Zea mays* L. (Doebley, 2004); las diferentes especies de *Zea* se atribuye una gran importancia en el incremento de la variabilidad y en la formación de las principales razas de maíz de México (Sánchez y Ordaz, 1987). Tanto el teocintle como el maíz tienen flores femeninas y masculinas en estructuras separadas. La inflorescencia masculina se desarrolla en posición terminal en una panícula en ambas plantas, y la femenina en la mazorca (del maíz) o la espiga (del teocintle), que ocupa una posición lateral en la planta (Wilkes, 1967). En la madurez, el teocintle presenta dehiscencia y sus semillas se dispersan protegidas dentro de cubiertas, las cuales pueden sobrevivir al tracto digestivo de aves y ganado, permitiendo así que las semillas se diseminen. Por otra parte, los granos de las razas de teocintle varían considerablemente en tamaño, forma, colores y longevidad (Wilkes, 1997).

Objetivo

Identificar variables morfológicas de semilla de teocintle relacionadas con la presencia de latencia y factores ambientales del sitio de colecta.



Metodología

Se utilizó una muestra de 30 accesiones de Teocintle, las cuales se sembraron en seis fechas de germinación, realizadas en periodos de 0,2,4,6,8,10 y 12 meses de almacenamiento a partir de cosecha, en el laboratorio de análisis de semilla del CUCBA, caracterizando el nivel de latencia de acuerdo a su persistencia a través del tiempo, para la descripción morfológica de las semillas se describieron variables dimensionales mediante un equipo de rayos X del laboratorio del Centro Nacional de Recursos Genéticos del INIFAP. obteniendo imágenes radiográficas que posteriormente fueron utilizadas para obtener dimensiones como la longitud y espesor de fruto, longitud y espesor de carióspside y grosor de capas protectoras entre la carióspside y estructuras protectoras externas (pericarpio).

Se realizó un análisis de correlación de Pearson entre porcentaje de germinación realizadas en periodos de meses de almacenamiento a partir de cosecha, describiendo las variables longitud, espesor de fruto, longitud de carióspside, espesor de carióspside y porcentaje de semillas con la presencia de capa (s) protectoras entre las estructuras externas y la carióspside, (figura 1)

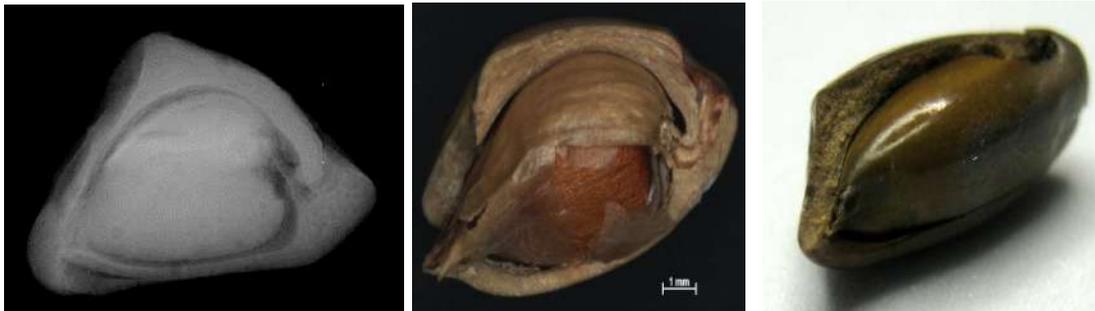


Figura 1. Imagen de rayos X de semilla de Teocintle y morfología de Cubiertas protectoras del pericarpio y cubierta interna de la semilla.

Resultados

Se determinó una correlación altamente significativa y negativa (Cuadro 1) entre el porcentaje de germinación y la presencia de la cubierta compacta ubicada entre las capas protectoras endurecidas (endocarpio) y la carióspside, lo que sugiere que, a mayor presencia de esta capa protectora, hay un mayor nivel de latencia. Por el contrario, no se presentó correlación significativa entre la germinación y las características dimensionales de la semilla, así como para el grosor de las capas externas de la semilla.



Cuadro 1. Coeficientes de correlación entre las características dimensionales de la semilla y porcentaje de germinación (Primer prueba de germinación)

Variable independiente	Coefficiente de correlación (r)	Nivel de significancia de la correlación
Longitud de fruto	-0.1107	p=0.365
Espesor (ancho) de fruto	0.20947	p=0.059
Grosor capa 1	0.2645	p=0.569
Grosor capa 2	0.3773	p=0.764
Presencia de capa compacta	-0.7457	p=0.0001

Para clasificar el nivel de latencia (profundidad o persistencia), y la influencia del ambiente del sitio de colecta, se realizó un dendograma que permitió establecer patrones climáticos en función a características morfológicas compartidas.

Discusión

Es difícil definir un solo patrón de condiciones bajo las cuales se induce el mecanismo de latencia en semilla. Sin embargo, se presentó cierta tendencia entre la intensidad de la latencia y las zonas térmicas de México. No obstante, un mayor nivel de latencia se asocia con ambientes más cálidos, mientras que semilla sin latencia presumiblemente tiene origen en regiones más frías, ya que si se presentan temperaturas que excedan los umbrales de germinación, las semillas estratégicamente recurrirán a la inducción de un periodo de latencia, evitando las temperaturas que en algunos casos son letales. (Baskin, 1998; Fenner y Thompson, 2005) reportaron que, cuando las temperaturas superan los umbrales de germinación, la semilla recurre estratégicamente a la inducción de latencia, evitando condiciones que en algunos casos puede ser letal. El tiempo en que una semilla permanece latente varía dependiendo de la especie y lo extremo del clima durante su formación, incluso una vez superado un primer periodo de latencia, un cambio repentino de temperatura puede propiciar un segundo periodo de latencia, conocido como latencia secundaria. (Azcon-Nieto y Talón, 2008).

Conclusiones

Un mayor nivel de latencia se asocia a condiciones de ambiente más cálidos del sitio de colecta. Se detectó que son las estructuras provenientes de integumentos del saco embrionario la principal causa de latencia en semilla de Teocintle.



Literatura consultada

- Azcón-Nieto, J. y Talón, M. 2008. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Mc Graw Hill ISBN: 978-84-481-5168-3.
- Baskin, J.M., and Baskin, C.C. 2000. Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds. *Plant Species Biol.* 15: 139–152. doi: 10.1046/j.1442-1984.2000.00034.x
- Benech-Arnold, R. 2000. Environmental control of dormancy in weed seeds banks in soil *Field crop research.* 67:105-122.
- CONABIO. 2006. Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. [://www.conabio.gob.mx/2ep/index.php/Capital_natural_y_bienestar_social](http://www.conabio.gob.mx/2ep/index.php/Capital_natural_y_bienestar_social)
- Doebley, J. F. 2004. The genetics of maize evolution. *Annual Review of Genetics* 38: 37-59
- Eastman, J.R. 2006. IDRISI v 15.1. IDRISI Andes. Guide to GIS and Image Processing Vol. 1. Clark Labs - Clark University. Worcester, Mass.USA. 328
- Fenner, M., y Thompson, K.. 2005. The ecology of seeds. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.
- Finch-Savage, W.E., Cadman, C.S., Toorop, P.E., Lynn, J.R., and Hilhorst, H.W.. 2007. Seed dormancy release in *Arabidopsis Cvi* by dry after-ripening, low temperature, nitrate and light shows common quantitative patterns of gene expression directed by environmentally specific sensing. *Plant J.* 51: 60–78.
- Sánchez, G. J. J. y Ordaz, S. L.1987. Systematic and Ecogeographic Studies on Crop Genepools: 2 El teocintle en México. Distribución y Situación actual de las poblaciones, IBPGR, Rome 50 p.
- Wilkes, H. G., 1967 Teosinte: the closest relative of maize. The Bussey Inst. of Harvard Univ. Cambridge.
- Wilkes, H.G. 1997. Teosinte in Mexico: Personal Retrospective and Assessment. Pp. 10-17 in: J.A., M.C. Willcox, and F. Castillo-González (eds.). 1997. Gene Flow Among Maize Landraces, Improved Maize Varieties, and Teosinte: Implications for Transgenic Maize. Mexico, D.F. CIMMYT.



2025-19-AFA

Distribución potencial de *Cronartium conigenum* en el Parque Nacional la Malinche, México

Ramiro Pérez Miranda¹, Víctor Javier Arriola Padilla¹, Ángel Emmanuel Cruz Estrada¹, Beatriz Valencia Contreras², Elizabeth González Corona²

¹ Cenid-Comef, INIFAP; ² Prestador de servicios técnicos forestales. *Autor de correspondencia: perez.ramiro@inifap.gob.mx

Antecedentes

En el Parque Nacional La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl es un ecosistema de gran relevancia ecológica en México, caracterizado por la predominancia de comunidades de pinos que se desarrollan desde los 2500 hasta los 4200 m s.n.m. Estas comunidades pueden encontrarse en masas puras o en asociación con otras especies arbóreas como *Quercus*, *Abies*, *Arbutus*, *Alnus*, *Salix* y *Buddleia* (Conanp, 2023, Villers *et al.*, 2006).

Sin embargo, este ecosistema enfrenta múltiples amenazas que afectan su biodiversidad y estabilidad tales como el cambio de uso de suelo, la tala clandestina, la explotación no planificada de los recursos, los incendios forestales y la proliferación de plagas y enfermedades forestales (Arriola-Padilla *et al.*, 2015). Entre estas amenazas, destaca *Cronartium conigenum*, un hongo fitopatógeno que se distribuye ampliamente en bosque de *Pinus* y *Quercus* desde Estados Unidos de América hasta Centroamérica afectando a 21 especies de pino; en México se encuentra en la Sierra Madre Occidental, Sierra Oriental, Sierra Madre del Sur y Cordillera Centroamericana.

El cambio climático ha exacerbado estos problemas, ya que el incremento de la temperatura y las alteraciones en los patrones de precipitación han favorecido la propagación y severidad de plagas y enfermedades forestales, afectando a grandes extensiones de ecosistemas boscosos.

El presente estudio tiene como objetivo determinar la distribución potencial de *C. conigenum* en el PNLM bajo escenario de cambio climático, utilizando dos métodos de estimación, con el propósito de analizar e integrar esta información en los programas de manejo.

Justificación

La evaluación de la distribución potencial de *Cronartium conigenum* en el Parque Nacional La Malinche es fundamental para el manejo y conservación de sus ecosistemas forestales. La presencia de esta enfermedad impacta la regeneración natural de los bosques de pino, comprometiendo la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que proporcionan estos ecosistemas.

Dado que el cambio climático puede incrementar la incidencia y distribución de enfermedades forestales, contar con un análisis predictivo basado en métodos de modelado como Maxent y Random Forest permitirá identificar las áreas con mayor



riesgo de afectación. Esta información es crucial para la implementación de estrategias de manejo y mitigación dentro del parque.

Además, los estudios sobre la distribución y el impacto de enfermedades forestales en México son limitados, lo que hace que esta investigación sea de gran relevancia no solo para el Parque Nacional La Malinche, sino también como un modelo aplicable a otras áreas naturales protegidas del país. Integrar estos hallazgos en los programas de manejo contribuirá a la protección y resiliencia de los bosques ante los efectos del cambio climático.

Materiales y métodos

El PNLM se ubica en la zona central oriente de México formando parte de la Cordillera Neovolcánica comprende una superficie de 46,1112 ha y tiene una elevación que va de 2423 a 4461 m s.n.m. Para determinar la distribución potencial actual de *C. conigenum* se estructuró una base de datos de 128 registros de presencia de la plataforma Global Biodiversity Information Facility (GBIF.org, 2025). Las coberturas bioclimáticas predictores actuales se obtuvieron de la página de internet <https://uniatmos.atmosfera.unam.mx/>, las topográficas generadas del continuo de elevación mexicano de <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/> y un índice de humedad de Lang. Las coberturas de cambio climático fueron del modelo de circulación de la atmósfera GFDL-ESM4 de https://www.worldclim.org/data/cmip6/cmip6_clim30s.html). SSP126 fue el escenario empleado y 2041-2060 el horizonte temporal. Se obtuvieron 23 coberturas ambientales a las que se les analizó el coeficiente de correlación de Pearson de $\geq \pm 0.85$ para realizar un análisis de colinealidad en R Studio®. Posteriormente, para generar los modelos de distribución de la especie, fueron empleadas en dos tipos de algoritmos Maxent (ME) y Random Forest (RF). Las métricas para evaluar los modelos fueron el área bajo la curva (AUC) del análisis de la característica operativa del receptor (ROC). El raster de salida fue discretizado bajo umbrales con intervalos de 25 % en las siguientes categorías: alta, media, baja y nula.

Resultados y discusión

El modelo obtenido del algoritmo ME fue de AUC=0.962 para datos de entrenamiento y de 0.945 para prueba de validación; mientras que, el modelo de RF el valor de AUC fue 0.924, que de acuerdo con Peterson *et al.* (2011) son catalogados como muy buenos. De acuerdo al mapa de distribución actual de ME, *C. conigenum* presenta áreas potenciales altas por arriba de 2700 m s.n.m., donde se presenta *Pinus hartwegii* (3400-4000 m s.n.m), *P. leiophylla* (2300-2800 m s.n.m), *P. montezumae* (2300-3600 m s.n.m.) y *P. pseudostrobus* (2300-3000 m s.n.m) (Villers, 2006); mientras que, las áreas potenciales medias se presentan por debajo de esta cota (Figura 1a). Con respecto a RF las áreas altas están entre 2600 y 3400 m s.n.m., aproximadamente; las medias de 3000 hasta 4000 m s.n.m. y las bajas de 3000 a 3600 m s.n.m. (Figura 1b).

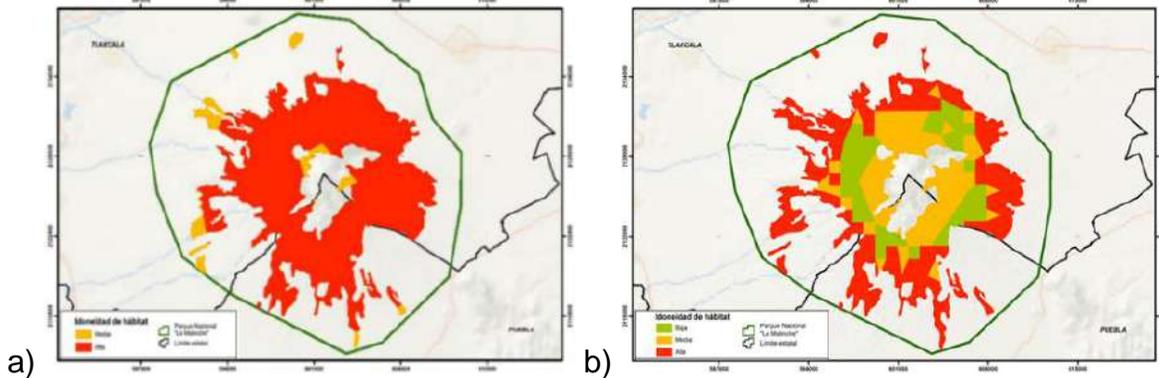


Figura 1. Distribución potencial actual de *C. conigenum* en el Parque Nacional La Malinche, con algoritmo Maxent (a) y Random Forest (b)

Las superficies predichas de distribución de la plaga fueron diferentes en las categorías de aptitud, en ambos métodos de modelación (Cuadro 1).

Cuadro 1. Superficies potenciales actual y con escenarios de cambio climático en el Parque Nacional La Malinche (en Km²)

Categorías	Maxent				Random Forest			
	Actual	%*	GFDL-ESM4	%*	Actual	%*	GFDL-ESM4	%*
Alta	163.74	93.60	132.36	75.66	89.85	51.36	171.64	98.11
Media	11.20	6.40	42.58	24.34	50.98	29.14	3.30	1.89
Baja	0.00	0.00	0.00	0.00	34.11	19.50	0.00	0.00

*Respecto a la superficie forestal estimada de 174.94 km² en el Parque Nacional La Malinche.

ME arroja dos clases de aptitud y RF tres en los modelos actuales; no fue así con el MCC donde los resultados se reducen a dos clases en ambos algoritmos, observándose áreas de riesgo alto con RF. De los dos algoritmos empleados en este estudio, el más recomendado es RF, pues se indica que ofrece mejores rendimientos, ajustes y eficacia (Osorto, 2022).

Cabe mencionar que este de estudio sobre distribución actual y potencial de enfermedades de interés son escasos los trabajos de ecosistemas forestal en México; no existen trabajos, por lo que es de relevancia este trabajo de investigación.

Conclusiones

Las estimaciones de la distribución potencial de la roya bajo escenarios de cambio climático, estimados mediante dos métodos, indican que en el Parque Nacional La Malinche presentará superficies de alto riesgo, afectando a las cuatro especies de pino presentes en la zona. Por ello, es fundamental integrar esta información en los programas de manejo del área natural protegida.

Agradecimientos y fuente financiadora

El presente estudio se desarrolló en el marco del proyecto de investigación: “Manejo integrado de recursos forestales para la sustentabilidad de los servicios ecosistémicos ante el cambio climático”, por lo que se agradece al Instituto Nacional de



Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) por el apoyo otorgado en recursos fiscales, materiales y humanos.

Literatura citada

Arriola-Padilla, V. J., E. Estrada-Martínez, R. Medellín-Jiménez, A. R. Gijón-Hernández, L. A. Pichardo-Segura, R. Pérez-Miranda y A. Ortega-Rubio (2015). Capítulo XIV. Áreas Naturales Protegidas del centro de México. Degradación y Recomendaciones. (337-374). In: Ortega-Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Ed.). Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México. centro de investigaciones biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán, México. 572pp.

Cibrián T., D. Alvarado R., S. García D. (Eds.) (2007). Enfermedades Forestales de México/Forest Diseases in Mexico. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. 587 p.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). (2023). Programa de Manejo Parque Nacional La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl. México, D. F. 210 p. Disponible en: https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/101_libro_pm.pdf.

GBIF.org (2025). *Cronartium conigenum* Hedgc. & N.R.Hunt in GBIF Secretariat (2023). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2025-01-29.

Osorto N., M. H. (2022). Los modelos de cambio climático futuro como predictores de la reducción del área de distribución de dos especies de cíclidos endémicos de Honduras. *Biología Acuática* 38. <https://doi.org/10.24215/16684869e028>.

Peterson, A. T.; J. Soberón; R. G. Pearson; R. P. Anderson; E. Martínez-Meyer; M. Nakamura & M.B. Araújo. (2011). Ecological niches and geographic distributions. Princeton, New Jersey: Princeton University Press. 328 p.

Peterson, R. S., y R. Salinas Q. (1967). *Cronartium conigenum*: Distribución y efectos en los pinos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Mexico. Bol. Tec, 19.

Villers R., L., F. Rojas G. y P. Tenorio L. (2006). Guía Botánica del Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala-Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 196 p.



2025-20-AFA

Evaluación de la bioefectividad de extractos etanólicos de árnica (*Heterotheca inuloides* Cass)

Ramos-Parga Fátima Jaqueline^{1*} Gallegos-Flores Perla Ivonne^{1**}, De La O-Cuevas Emmanuel¹, Esparza-Ibarra Edgar León¹, Delgadillo-Ruíz Lucía², Huerta-García Josefina³

¹Laboratorio de Biotecnología y Medio Ambiente, Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas, México. fatimaramos11995@gmail.com, ivonne_gf@uaz.edu.mx, emmanuel.delao@fisica.uaz.edu.mx, lesparza@uaz.edu.mx. ²Laboratorio Biología de la Conservación, Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas, México. luciadeldgadillo@uaz.edu.mx. ³Laboratorio de Biología Ambiental y Molecular, Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas, México. josefina.huerta@uaz.edu.mx. Autor principal*: fatimaramos11995@gmail.com, Autor de correspondencia** ivonne_gf@uaz.edu.mx

RESUMEN

Antecedentes. En las últimas décadas se ha intensificado el estudio de la acción farmacológica de ciertas plantas, buscando el conocimiento e identificación de los compuestos responsables de estos efectos, denominados compuestos bioactivos. Estos compuestos pueden ser de una variada naturaleza química y han demostrado proporcionar un gran número de propiedades tales como antioxidantes, antimicrobianas, antivirales, antiinflamatorias, sedantes, antimicóticas, entre otras. *Heterotheca inuloides* Cass, conocida popularmente como árnica mexicana, es ampliamente utilizada en la medicina tradicional mexicana por sus efectos biológicos. **Objetivo.** Caracterizar química y biológicamente los extractos etanólicos de árnica de flor amarilla y morada con potencial antimicrobiano. **Metodología.** Los extractos fueron preparados a base de plantas de árnica de floración amarilla y morada en etanol al 80%, a partir de los cuales se realizaron caracterizaciones químicas cualitativas (pruebas organolépticas y espectroscopia FTIR) y biológicas (actividad antibacteriana y antimicótica). **Resultados.** Dentro de la caracterización cualitativa se encontró como resultado un pH cercano a la neutralidad (promedio pH 6.22) y se obtuvieron buenos rendimientos en los extractos de árnica amarilla y morada (62.5 y 68% respectivamente). En las caracterizaciones químicas por FTIR, se detectaron compuestos azufrados, fenólicos, terpenos y ácidos orgánicos en ambos extractos. Para el efecto antibacteriano, las bacterias utilizadas fueron de interés clínico; por lo que las más susceptibles para floración amarilla fue *Salmonella spp* y para floración morada fue la bacteria *Streptococcus spp*; con los mayores halos de inhibición de 4 mm para ambas bacterias. Para el efecto antimicótico los hongos fueron aislados a partir de cultivos de interés agrícola, por lo que el hongo más susceptible a los extractos fue *Fusarium spp*. **Conclusiones.** Los resultados de los extractos etanólicos de *Heterotheca inuloides* Cass evidencian que tienen actividad frente a bacterias y hongos; esta actividad biológica se atribuye a la presencia de compuestos terpenoides y azufrados ya que este grupo funcional tiene efecto antimicrobiano por lo que los



extractos de *Heterotheca inuloides* Cass pueden ser una fuente interesante para el aislamiento de principios activos con aplicación en sectores de salud y farmacología así como en agricultura.

Palabras clave: Actividad antimicrobiana, Bioefectividad de extractos, Extractos etanólicos y *Heterotheca inuloides* Cass.



2025-21-AFA

Efecto de la fermentación en estado sólido con *Aspergillus oryzae* sobre contenido de flavonoides y taninos condensados en granos de cebada

Ortiz-Robledo Faviola^{1,2*}, Pámanes-Carrasco Gerardo Antonio¹, Esperanza Herrera Torres², Jaime Herrera Gamboa²

1Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera. Universidad Juárez del Estado de Durango. Boulevard del Guadiana, 501, Ciudad Universitaria, 34160, Durango, Durango, México. 2Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana/Tecnológico Nacional de México. Km. 22.5 Carretera Durango-México, Villa Montemorelos, 34371, Durango, Durango, México. favior7@yahoo.com.mx; gerardo.pamanes@gmail.com; hetoes99@yahoo.com.mx; jaime.hg@vguadiana.tecnm.mx

RESUMEN

Los granos de cebada exhiben una fuente rica de nutrientes y compuestos bioactivos, tales como carbohidratos, proteínas, fibra, minerales, vitaminas y compuestos fenólicos. Los fenoles se concentran principalmente en las capas externas del grano, poseen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antimicrobianas entre otras. La fermentación en estado sólido (FES) es un proceso biotecnológico en el que microorganismos crecen en sustratos sólidos con escasa humedad, para transformarlos y aumentar su calidad. Este proceso ancestral fue aplicado en sus inicios en países asiáticos para aumentar la calidad nutricional y organoléptica de los alimentos. Los microorganismos más comúnmente empleados son los hongos filamentosos, debido a su gran potencial para producir enzimas tales como, α -amilasa y β -glucosidasa que mejoran la estructura del grano y rompen la pared celular, liberando las sustancias bioactivas. Es por eso, que el objetivo del presente trabajo fue fermentar granos de cebada en estado sólido con *Aspergillus Oryzae* por siete días 7 días a 30 °C, para determinar su efecto sobre el contenido de flavonoides totales y taninos condensados. La FES tuvo un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el contenido de flavonoides totales, mientras que, en el contenido de taninos condensados no mostró efecto. Debido a los resultados obtenidos, se concluyó que el hongo *Aspergillus Oryzae* durante el proceso de fermentación incremento el contenido de flavonoides totales en granos de cebada. La FES es un bioproceso sencillo y económico útil para incrementar una variedad de compuestos bioactivos que pueden mejorar la salud animal.



2025-22-AFA

Eficacia de las cepas de *Bacillus* en el control biológico de *Alternaria* y *Colletotrichum* en cítricos

**Esmeralda Plascencia-Ulloa¹, Lily X. Zelaya-Molina^{2*}, Ismael F. Chavéz-Díaz²,
Edgardo Bautista-Ramírez³, Zoe Resendiz-Venado⁴, Nelly E. Cortéz-Martínez⁵**

¹Centro Universitario de la Costa-UdeG, ²Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP, ³Campo Experimental Centro Altos de Jalisco-CIRPAC-INIFAP, ⁴Centro Universitario de los Lagos-UdeG, ⁵Centro Universitario de los Altos-UdeG. *Autor de correspondencia: lilyzelayam@yahoo.com.mx

Antecedentes

El tizón y la antracnosis, enfermedades causada principalmente por *Alternaria Colletotrichum*, respectivamente, representan una grave amenaza para la producción de cítricos. Estos fitopatógenos llegan a afectar hojas, ramas, frutos inmaduros y botones florales, causando defoliación, caída prematura de frutos y reducción del tamaño de los frutos. Tradicionalmente, el control de esta enfermedad se ha basado en el uso de fungicidas sintéticos. Sin embargo, la selección de líneas resistentes y la contaminación al ambiente han impulsado la búsqueda de alternativas más sostenibles (Ruiz et al., 2014). Estudios previos han demostrado el potencial de cepas de *Bacillus* para el control biológico de *Alternaria* y *Colletotrichum* (Corral-Orbe, 2018; Sosa-Pech et al., 2012), debido a la capacidad antagónica que tienen a través de la producción de lipopéptidos y diversas enzimas líticas, como quitinasas, celulasas, amilasas, glicosidasas, entre otras. Gracias a estos compuestos antimicrobianos las cepas de *Bacillus* pueden competir con los fitopatógenos. También el uso de cepas antagónicas de *Bacillus* ha sido efectivo para controlar las enfermedades fúngicas post-cosecha en el fruto fresco de limón y otros cítricos (Soto et al., 2018).

Justificación

El uso excesivo de fungicidas sintéticos para el control de enfermedades que afectan a hojas y frutos de plantas de limón han generado problemas de resistencia en los patógenos y contaminación en el ambiente. Es por esto que este estudio evaluó la eficacia de diferentes cepas de *Bacillus* como una alternativa sostenible para el control de los fitopatógenos *Colletotrichum* y *Alternaria* aislados de plantas de limón.

Objetivo

Evaluar la capacidad de las cepas *Bacillus* sp. B4, B69 y B34b.1 de inhibir el crecimiento de aislamientos de *Alternaria* y *Colletotrichum* aislados de hojas y frutos de limón.

Materiales y Método

Muestras de hojas y frutos con manchas o puntos de color café oscuro a negro, o rojo, a menudo rodeadas de halos amarillentos o marrones, y frutos con lesiones en la piel,



en ocasiones momificados, se recolectaron en las localidades de San Francisco de Asís y La Soledad, en el estado de Jalisco.

Fragmentos de 1x1 mm se tomaron de las muestras de hojas y frutos con daños, los fragmentos se colocaron en cloro al 30% por un minuto, se lavaron con agua, se secaron con sanitas estériles, se colocaron en medio Papa Dextrosa Agar (PDA) y se incubaron a 38°C por 3 días. Posteriormente, los hongos filamentosos que se observaron, se purificaron por punta de hifa en PDA. Todas las cepas se conservaron en glicerol al 25% a -30°C. Los hongos filamentosos se identificaron mediante el análisis filogenético de la región ITS. La extracción de DNA, amplificación y secuenciación de los productos de PCR se realizaron en Macrogen (Corea del Sur). Las secuencias obtenidas se editaron con BioEdit versión 7.2.5, posteriormente las secuencias 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 árbol filogenético se construyó con el software MEGA X.

Pruebas de cultivo dual se realizaron entre los aislamientos fúngicos obtenidos en este estudio y cepas de *Bacillus* previamente reportadas con capacidad de inhibición de crecimiento de hongos fitopatógenos: *Bacillus* sp. B4, B69 y B34b.1 (Chávez-Díaz et al., 2024). Se consideraron como controles positivos cepas de los hongos fitopatógenos crecidas en PDA bajo las mismas condiciones. Todas las cajas de Petri se incubaron a 38 °C durante 5 días. Se calculó el área de inhibición de crecimiento de los hongos considerando el área de crecimiento del hongo fitopatógeno en las pruebas de confrontación y el crecimiento del control positivo, las mediciones se realizaron en el programa ImageJ. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de separación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$).

Resultados

A partir de las muestras colectadas, se obtuvieron 84 aislamientos de hongos, los cuales se agruparon en 13 morfotipos con base en la morfología del micelio y/o estructuras reproductivas. Los 13 aislamientos seleccionados se identificaron pertenecientes a los géneros *Alternaria* (5 aislamientos) y *Colletotrichum* (8 aislamientos) (Figura 1, Cuadro 1).

En la prueba de cultivo dual, las cepas de *Bacillus* sp. B4, B69 y B34b.1 inhibieron en diferente proporción el crecimiento de los aislamientos de *Alternaria* (rango de inhibición de crecimiento de 43 a 95%) y *Colletotrichum* (rango de inhibición de crecimiento de 47 a 98%) (Cuadro 1; Figura 2). En el caso de los aislamientos de *Alternaria*, la cepa *Bacillus* sp. B4 fue la más efectiva, inhibiendo en 69-95% el crecimiento de los aislamientos evaluados (Cuadro 1; Figura 3). En los aislamientos de *Colletotrichum*, también la cepa *Bacillus* sp. B4 fue la más efectiva, al inhibir en 65-98% el crecimiento de los aislamientos. Las cepas *Bacillus* sp. B69 y B34b.1 también inhibieron el crecimiento de los aislamientos fúngicos, pero en menor proporción (Cuadro 1, Figura 3).

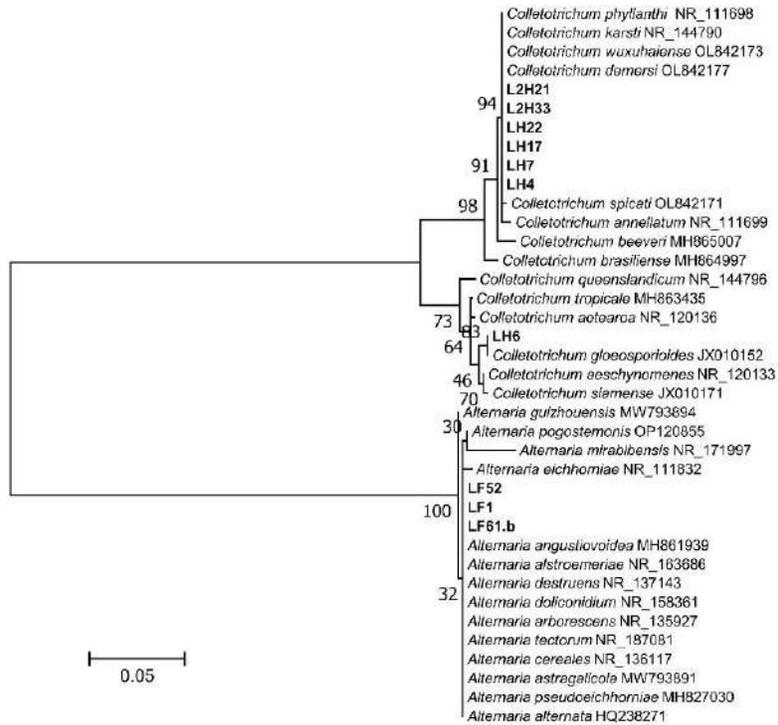


Figura 1. Árbol filogenético de la región de ITS de los aislamientos obtenidos de frutos y hojas de limón.

Cuadro 1. Inhibición del crecimiento de *Alternaria* y *Colletotrichum* por cepas de *Bacillus* en cultivo dual en medio PDA.

Aislamiento fúngica	Inhibición de crecimiento (%)		
	<i>Bacillus</i> sp. B4	<i>Bacillus</i> sp. B69	<i>Bacillus</i> sp. B34b.1
<i>Alternaria</i> sp. LF1	81	43	53
<i>Alternaria</i> sp. LF52	88	79	74
<i>Alternaria</i> sp. LF61.b	82	71	76
<i>Alternaria</i> sp. L2H2	69	75	64
<i>Alternaria</i> sp. L2H49	95	77	67
<i>Colletotrichum</i> sp. LH6	94	50	60
<i>Colletotrichum</i> sp. LH4	65	58	47
<i>Colletotrichum</i> sp. LH7	89	62	59
<i>Colletotrichum</i> sp. LH17	76	55	66
<i>Colletotrichum</i> sp. LH22	93	55	59
<i>Colletotrichum</i> sp. L2H33	83	48	47
<i>Colletotrichum</i> sp. L2H21	98	63	53
<i>Colletotrichum</i> sp. LC37	94	79	74

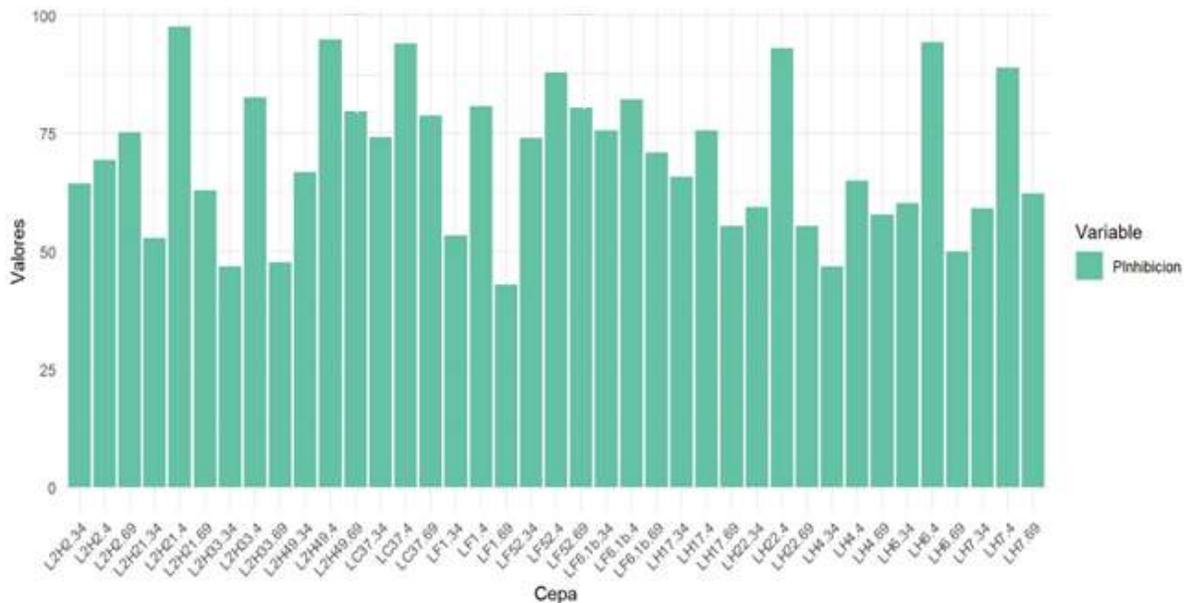


Figura 2. Porcentajes de la inhibición de crecimiento, por las cepas *Bacillus* sp. B4, B69 y B34b.1, de los aislamientos: *Alternaria* sp. LF1, *Alternaria* sp. LF52, *Alternaria* sp. LF6.1b, *Alternaria* sp. L2H2, *Alternaria* sp. L2H49, *Colletotrichum* sp. LH6, *Colletotrichum* sp. LH4, *Colletotrichum* sp. LH7, *Colletotrichum* sp. LH17, *Colletotrichum* sp. LH22, *Colletotrichum* sp. L2H33, *Colletotrichum* sp. L2H21, y *Colletotrichum* sp. LC37.

Discusión

En este estudio se evaluó la capacidad de las cepas *Bacillus* sp. B4, B69 y B34b.1, de inhibir el crecimiento de aislamientos de *Alternaria* y *Colletotrichum*, dos fitopatógenos que afectan el cultivo de limón. Los ensayos de cultivo dual mostraron que las tres cepas inhibieron el crecimiento de los aislamientos fúngicos de ambos géneros; sin embargo, la cepa *Bacillus* sp. B4 fue la más efectiva en inhibir el crecimiento de los aislamientos de ambos fitopatógenos. Los resultados de este estudio concuerdan con los hallazgos de Corral Orbe (2018) y Sosa-Pech et al. (2012), quienes demostraron la eficacia de cepas de *Bacillus* en el control biológico de *Colletotrichum* y *Alternaria*, estos aislados tuvieron una inhibición de 42-77% del crecimiento de los aislamientos fúngicos. De igual forma, Soto et al. (2018) tuvieron una efectividad de *Bacillus* de 80% de inhibición en el crecimiento de patógenos post-cosecha de cítricos. Sin embargo, es de importancia seleccionar la cepa de *Bacillus* adecuada, ya que la eficacia puede variar significativamente dependiendo del patógeno y de la cepa específica de *Bacillus* utilizada. Estos hallazgos respaldan al control biológico como una estrategia prometedora para el manejo de las enfermedades fúngicas en cítricos.

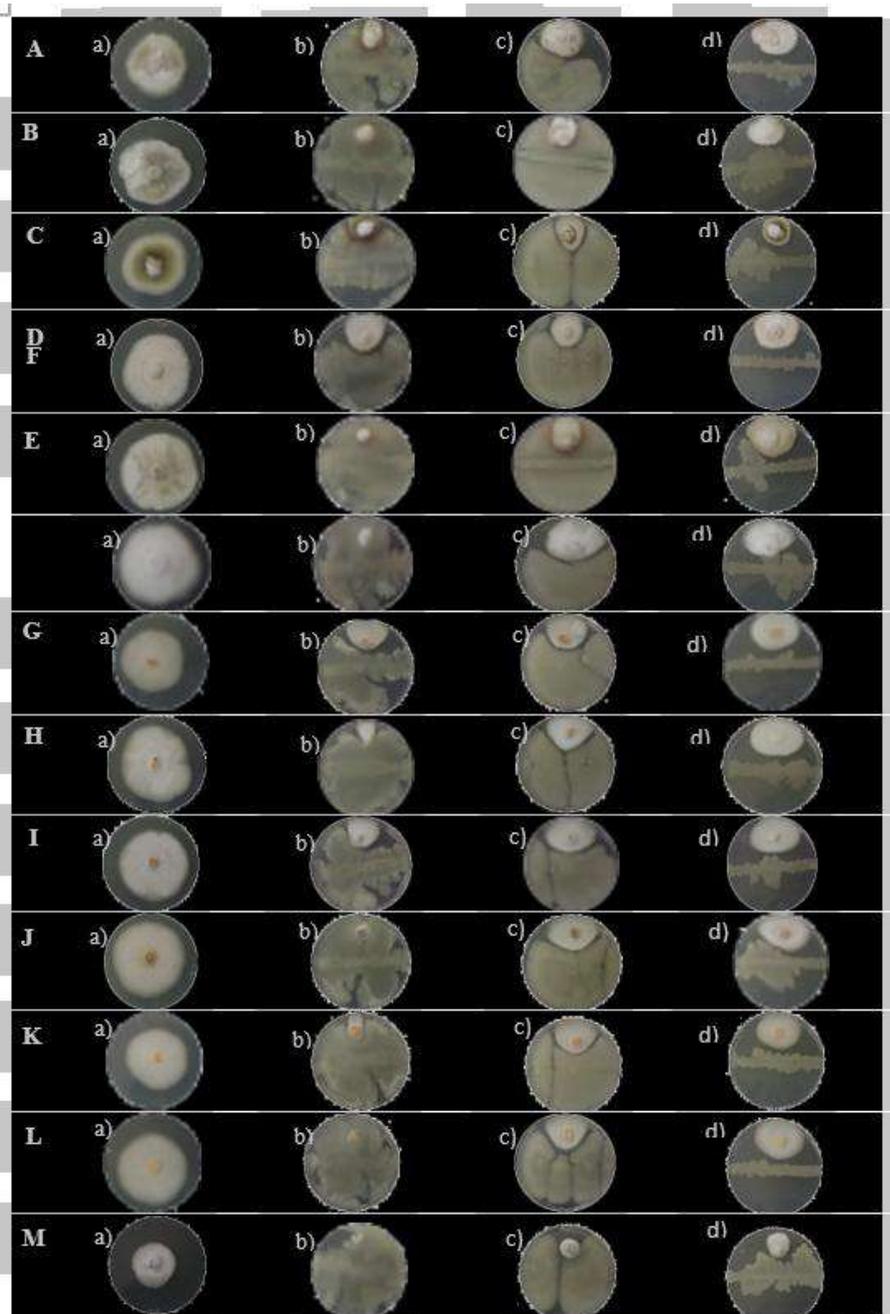


Figura 3. Efecto de las cepas de *Bacillus* sobre *Colletotrichum* y *Alternaria* en cultivo dual. A=*Alternaria* sp. LF1, B=*Alternaria* sp. LF52, C=*Alternaria* sp. LF6.1b, D=*Alternaria* sp. L2H2, E=*Alternaria* sp. L2H49., F=*Colletotrichum* sp. LH6, G=*Colletotrichum* sp. LH4, H=*Colletotrichum* sp. LH7, I=*Colletotrichum* sp. LH17, J=*Colletotrichum* sp. LH22, K=*Colletotrichum* sp. L2H33, L=*Colletotrichum* sp. L2H21, M=*Colletotrichum* sp. LC37; a=control, b=*Bacillus* sp. B4, c=*Bacillus* sp. B69, d=*Bacillus* sp. B34b.1.



Conclusión

Los resultados de este estudio proporcionan una base sólida para el desarrollo de estrategias de control biológico basadas en el uso de las cepas de *Bacillus* sp. B4, B69 y B34b.1, para el manejo de *Alternaria* y *Colletotrichum* en el cultivo de limón.

Bibliografía

- Chávez-Díaz, I. F., Ruiz-Ramírez, S., Bautista-Ramírez, E., Cruz-Cárdenas, C. I., Calvillo-Aguilar, F. F., Blanco-Camarillo, M., Resendiz-Venado Z., Juan Ramos-Garza, J., & Zelaya-Molina, L. X. (2024). *Bacillus* strains from a fire affected oyamel-fir forest soil as biocontrol and plant-growth-promoting bacteria. *Journal of Agriculture and Food Research*, 16, 101214.
- Corral-Orbe, M. S. (2018). Aislamiento y caracterización de microorganismos endófitos a partir de chirimoya (*Annona cherimola*) con potencial antagónico frente a hongos patógenos. Universidad de las Américas, Tesis de licenciatura. Quito, Ecuador.
- Ruiz, A., Parra, C. C., da Graça, J. V., Salas, B., Malik, N. S. A., & Kunta, M. (2014). Caracterización molecular y de ensayos de patogenicidad de *Colletotrichum acutatum*, agente causal de la antracnosis del Limón en Texas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 32(1), 52-61.
- Sosa-Pech, M., Ruiz-Sánchez, E., Mejía-Bautista, M., Reyes-Ramírez, A., Cristóbal-Alejo, J., Valencia-Botín, A., & Gutiérrez-Alonzo, O. (2012). Actividad antagónica *in vitro* de aislados de la clase Bacilli de la península de Yucatán contra cuatro hongos fitopatógenos. *Universidad y Ciencia*, 28(3), 279-284.
- Soto C., F., Tramón P., C., Aqueveque M., P., & De Bruijn, J. (2018). Microorganismos antagonistas que inhiben el desarrollo de patógenos en post-cosecha de limones (*Citrus limon* L.). *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 34(2), 173-184.



2025-23-AFA

Aplicación de biofertilizantes a base de efluentes dulceacuícolas y microalgas en el desarrollo agronómico y productivo de maíz (*Zea mays* L.)

López-Cruz Rafael^{1,2}, Santos-Cárdenas María Verónica¹, Ponce-Contreras Martín¹, Becerra-Zamorano Clen Ciclary¹, Rodríguez-Flores, Román¹

¹Universidad Tecnológica de la Costa. ²Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tepic

Introducción. El cultivo de maíz presenta grandes problemas de producción, por lo que utiliza grandes cantidades de fertilizantes de síntesis química; sin embargo, estos productos provocan la degradación del suelo, incitando a la pérdida de sus características físicas y químicas (Sánchez *et al.*, 2021). Las microalgas son bioestimulantes muy prometedores al incrementar la calidad y crecimiento de los cultivos de manera sostenible. Sin embargo, la información agronómica proporcionada es muy escasa en comparación con otros bioestimulantes comerciales (Gupta *et al.*, 2020). El objetivo de este trabajo fue evaluar efluentes dulceacuícolas y microalgas *Chlorella* sp. en el desarrollo agronómico y productivo del cultivo de maíz.

Materiales y Métodos. El presente trabajo se realizó en una parcela de la Universidad Tecnológica de la Costa durante un ciclo productivo en el municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit del 18 de octubre del 2024 al 14 de enero del 2025. Se estudiaron tres dosis de biofertilizantes a base de efluentes y microalgas más un testigo. Los tratamientos consistieron en la evaluación de efluentes y microalgas aplicados cada 3 días durante el desarrollo de las plantas: 1) testigo aplicando solo agua de riego, 2) aplicación de microalgas al 10 %, 3) aplicación de efluentes al 50 % y 4) 50 % de efluentes + 10 % de microalgas. Se evaluó la altura de planta, longitud, número de hileras y número de granos por mazorca.

Resultados. Se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) a los 40 días después de la siembra entre los tratamientos, mostrando plantas de mayor altura en el tratamiento de 50% de efluentes. En lo que refiere a las variables agronómicas: número de filas, número de granos por fila y por mazorca, se observaron mejores resultados con microalgas al 10%.

Conclusión. Las microalgas pueden ser utilizadas como biofertilizante para el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en dosis al 10% ya que se observó mayores beneficios en la mejora de las variables agronómicas y productivas del cultivo.

Sánchez, E., Castañeda, D., Baez, A., & Morales, Y. (2021). Rizobacterias para el mejoramiento del cultivo de maíz (*Zea mays*). Una tecnología prometedora para la producción de maíces criollos. Revista Alianzas y Tendencias BUAP (AyTBUAP), 6(23):72-92. doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5501662>

Gupta, A., Rico-Medina, A., & Caño-Delgado, A. I. (2020). The physiology of plant responses to drought. Science, 368(6488), 266-269. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.AAZ7614>



2025-24-AFA

Efecto de la biofertilización a base de efluentes dulceacuícolas y microalgas sobre la productividad y calidad del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

López-Cruz, Rafael^{1,2}, Santos-Cárdenas María Verónica¹, Ponce-Contreras Martín¹, Becerra-Zamorano Clen Ciclary¹, Rodríguez-Flores, Román¹

¹Universidad Tecnológica de la Costa. ²Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tepic

Introducción. Las microalgas representan un gran potencial como bioestimulantes en la agricultura, por su alto aporte de proteínas y capacidad de estimular el proceso de nutrición de las plantas, mejorando la calidad de los cultivos y tolerancia al estrés abiótico (Ronga *et al.*, 2019). Por otra parte, el agua de los estanques de acuicultura tiene un potencial de aplicación en cultivos agrícolas, ya que es rica en nutrientes por el desecho que expulsan los peces, además de un alto contenido de microalgas. El objetivo de la investigación consistió en evaluar la biofertilización a base de efluentes dulceacuícolas y microalgas sobre la producción y calidad postcosecha del cultivo de tomate.

Materiales y métodos. Este trabajo se realizó bajo condiciones de invernadero en la Universidad Tecnológica de la Costa. Se evaluaron los tratamientos de efluentes dulceacuícolas al 50%, microalgas al 10% y combinación de efluentes al 50% y microalgas al 10% y testigo con agua de riego, bajo una fertilización inicial del 50%, sobre la productividad y parámetros postcosecha como °Brix, pérdida fisiológica de peso, pH y acidez titulable. Los tratamientos fueron aplicados de manera semanal vía foliar. Se utilizó un diseño completamente al azar, donde cada tratamiento consistió en 3 réplicas de 10 plantas cada una. Los resultados se analizaron mediante un ANOVA, se utilizó una prueba de Tukey con $p < 0.05$ con el software STATISTICA v. 12.0.

Resultados y discusión: Se observó diferencias significativas entre tratamientos a nivel agronómico ($p < 0.05$), el tratamiento de microalgas al 10% aumentó la productividad, tanto en peso como en número de frutos. Además, tuvo un efecto en reducir las pérdidas causadas por plagas y enfermedades, y tamaño no comercial. Asimismo, la aplicación de microalgas redujo la pérdida fisiológica de peso a los 14 días de almacenamiento a temperatura ambiente, respecto a los otros tratamientos. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en los parámetros de acidez titulable, pH, color y °Brix.

Conclusiones. Las microalgas en una concentración de 10% representan un potencial de uso como bioestimulantes en cultivo de jitomate bajo condiciones de invernadero, ya que incrementa el rendimiento y calidad de los frutos.

Ronga, D., Biazzi, E., Parati, K., Carminati, D., Carminati, E., y Tava, A. (2019). Microalgal biostimulants and biofertilisers in crop productions. *Agronomy*, 9(4), 192.

Braun, J. C., y Colla, L. M. (2023). Use of Microalgae for the Development of Biofertilizers and Biostimulants. *BioEnergy Research*, 16(1), 289-310.



2025-25-AFA

Variabilidad genética entre poblaciones de *Acacia schaffneri*, mediante marcadores RAPDs

Ruíz-García Citlalli Selene^{1*}, Huerta-García Josefina^{1}, Delgadillo-Ruíz Lucia, Mandujano-García C. Daniel, Escalona-Alcázar Felipe y Gallegos-Flores Perla Ivonne³**

¹Laboratorio de Biología Ambiental y Molecular, Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas, 98066, Zacatecas, México. ^b Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Zacatecas, 98060, Zacatecas, México. ³ Laboratorio de Biotecnología y Medio Ambiente, Universidad Autónoma de Zacatecas, 98066, Zacatecas, México. Autor principal*, Autor de correspondencia** josefina.huerta@uaz.edu.mx.

RESUMEN

Antecedentes. La contaminación por metales pesados (MPs) es un problema que ha ido en aumento a través de los años, y una de las actividades antropogénicas con mayor impacto en ello es la minería. Esta problemática no solo afecta la calidad del suelo, sino también la salud pública y la biodiversidad. Por ello surge la necesidad de desarrollar estrategias de rehabilitación de espacios contaminados por MPs. La fitorremediación utiliza el potencial de las plantas para remover contaminantes de suelos contaminados, siendo una alternativa efectiva y de bajo costo. Dentro de las especies vegetales nativas del estado de Zacatecas y adaptadas a sitios contaminados por MPs se encuentra *Acacia schaffneri* llamada comúnmente “Huizache”. La variabilidad genética en las poblaciones es respuesta a los cambios de su entorno y define la adaptación de la especie y puede ser monitoreada mediante la técnica de ADN polimórfico amplificado al azar (RAPDs). **Objetivo.** Conocer la variabilidad genética entre poblaciones de árboles de *Acacia schaffneri*, utilizando marcadores RAPDs. **Metodología.** Se recolectaron semillas de *Acacia schaffneri* de cuatro áreas geográficas: S1-San Jerónimo, Gpe., S2-Villa Insurgentes, Sombrerete, S3-Laguna “El Pedernalillo, La Zacatecana, Gpe., y S-4 Presa de Infante, Gpe. Los sitios S3 y S4 presentan antecedentes de contaminación por MPs. Las semillas se germinaron para la obtención de hojas, se extrajo ADN para la amplificación RAPDs con 17 cebadores aleatorios. Se determinó el número de bandas de cada genotipo para generar una matriz binaria, obteniendo las similitudes o diferencias genéticas entre las muestras, con las cuales se realizó un análisis de agrupamiento UPGMA para la obtención de un dendograma. **Resultados.** El dendograma realizado a través de la similitud entre los genotipos de *Acacia Schaffneri* determinó un primer grupo formado por las áreas geográficas reportadas como contaminadas por MPs (S3-S4), demostrando mayor similitud genética entre si. Se determinó la formación de un segundo grupo por el sitio S1 y un tercer grupo por el sitio S2, ambos sitios de áreas no contaminadas. **Conclusión.** Los resultados demuestran que la especie de *Acacia schaffneri* que crece en áreas contaminadas con MPs desarrolla tolerancia al estrés ambiental de contaminación, lo que permite la rehabilitación de suelos que contienen residuos derivados de la explotación minera (MPs), mediante fitorremediación.

Palabras clave: *Acacia schaffneri*, Metales pesados, Variabilidad genética, RAPDs.



2025-26-AFA

Características fisiológicas de variedades nativas de maíz en el sureste de México

Luis F. da Conceição dos Santos^{1*}, Alejandro Cano González², René Garruña Hernández

¹Campo Experimental Mococho. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Mococho, Yucatán, México. ²Centro Regional de Investigación del Sureste. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Mérida, Yucatán, México. ³Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnología (CONAHCYT). Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán, México. *Email: Santos.luis@inifap.gob.mx

Introducción

México, el centro de origen y domesticación del maíz (*Zea mays* L.), es particularmente vulnerable a los impactos del cambio climático. Variaciones en la precipitación y temperatura están causando pérdidas en la producción de maíz. La sequía es el principal factor limitante del rendimiento en regiones dependientes de la lluvia (Ureta *et al.*, 2020). En 2023, el área sembrada de maíz en la península de Yucatán fue de 340 mil ha, la mayoría con variedades nativas (SIAP, 2023). Las variedades nativas ofrecen diversidad genética que no solo puede proporcionar tolerancia a condiciones adversas para asegurar la seguridad alimentaria regional, sino también opciones para mejorar genéticamente. Por lo cual, es importante identificar genotipos con características agronómicas y fisiológicas que favorezcan el desarrollo de nuevas variedades mejoradas (Ramírez-Días *et al.*, 2015). El objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento agronómico y fisiológico de 6 variedades nativas y 2 variedades mejoradas de maíz.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en el sitio experimental de Uxmal, ubicado en Muna, Yucatán. En esta región, el clima es cálido-subhúmedo con lluvias en verano. La fecha de siembra fue el 18 de julio de 2024. El experimento se estableció en un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones. La unidad experimental constó de cuatro hileras de 4 m de largo, 0,8 m de ancho y 0,2 m entre plantas para una densidad de 62,500 plantas ha⁻¹. La respuesta fisiológica de las variedades de maíz se midió en la etapa fenológica V6 (44 dds). Se evaluaron las variables: fotosíntesis, conductancia estomática, carbono intercelular, transpiración y eficiencia del uso del agua utilizando un analizador de gas por infrarrojo LI-6400XT (LI-COR, Lincoln, Nebraska) (dos Santos *et al.*, 2024). Los datos obtenidos se analizaron con un ANOVA y comparación de medias de Tukey ($\alpha= 0.05$) con el programa Infostat versión 2020.



Resultados y discusión

El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre las variedades para las variables fisiológicas. Todas las variedades de maíz mostraron una tasa fotosintética elevada. Sin embargo, los genotipos XNM y CHTZ resaltaron con la tasa fotosintética más alta con $48 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. La conductancia estomática y la transpiración fueron superiores en el XNM con 0.47 y $5.9 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ respectivamente, sin embargo, las variedades nativas NTR y XNB resultaron con el mejor uso eficiente del agua. Estos resultados son superiores a lo reportado por dos Santos *et al.* (2019) con variedades nativas de Yucatán (Fig. 1).

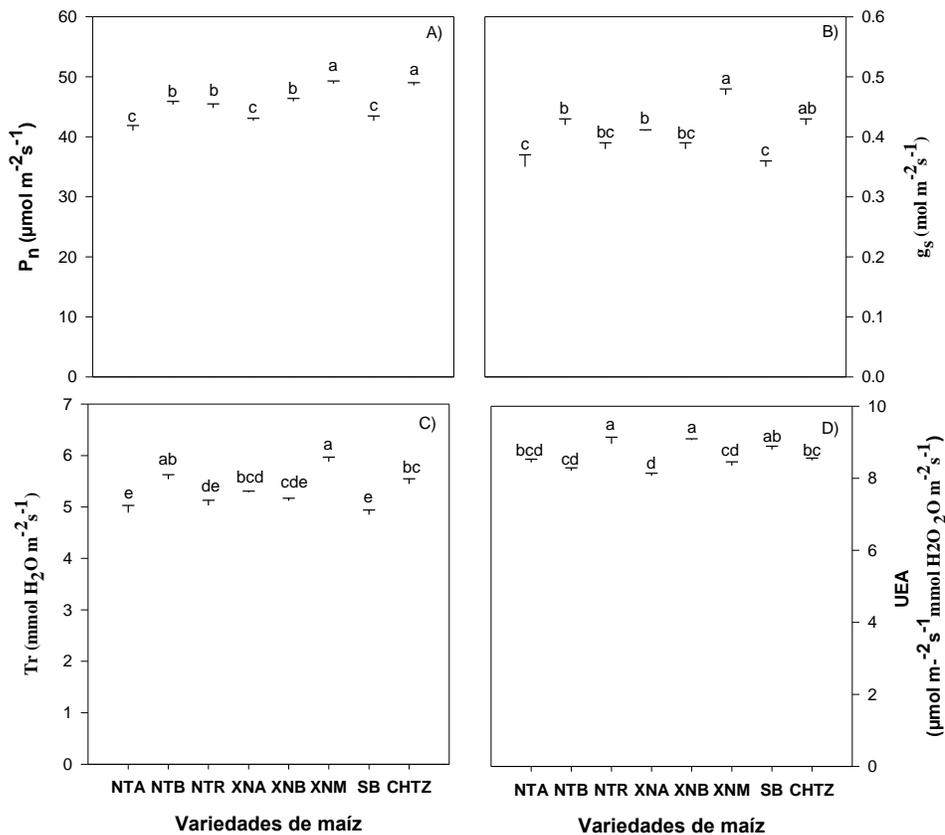


Figura 1. Fotosíntesis (P_n, A), conductancia estomática (g_s, B), transpiración (Tr, C) y eficiencia en el uso del agua (UEA, D), de variedades de maíz evaluados en Yucatán, México. Los datos son medias ± SE. Letras diferentes representan diferencias significativas entre tratamientos según el test de Tukey (P ≤ 0,05).

Conclusión

En las diversas variedades nativas de maíz de Yucatán, se encuentran genotipos con características fisiológicas superiores que pueden beneficiar a agricultores y fitomejoradores en programas de mejoramiento.



Bibliografía

Dos-Santos L.F.C., Garruña R.H., Andueza-Noh R.H., Latournerie L.M., Mijangos-Cortés J.O., Pineda-Doporto A. (2019). Comportamiento agronómico y fisiológico de maíces nativos del sureste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 10: 1247-1258. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i6.908>

Dos Santos L.F., Garruña R., Ruíz-Sánchez E., Andueza-Noh R., Mijangos-Cortés J.O. (2024) Growth, chlorophyll fluorescence, and gas exchange of three maize landraces in southeastern Mexico. *Botanical Sciences* 102 (4): 1-15. <http://doi.org/10.17129/botsci.3459>

Ramírez, D.J.L., Ledesma, M.A. Vidal, M.V.A., Gómez, M.N.O., Ruiz, C.J.A., Velázquez, C.G.A., Ron, P.J., Salinas, M.Y., Nájera, C.L.A. (2015). Selección de maíces nativos como donadores de características agronómicas útiles en híbridos comerciales. *Revista Fitotecnia Mexicana* 38(2):119-131.

SIAP (2023) Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. http://infosiap.siap.gob.mx/estacionalidad_gb/est_agricola-AA/index.php

Ureta, C., González, E. J., Espinosa, A., Trueba, A., Piñeyro-Nelson, A., Álvarez-Buylla, E. R. (2020). Maize yield in Mexico under climate change. *Agricultural Systems*, 177, 102697. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102697>



2025-27-AFA

Efecto del extracto del alga *Ascophyllum nodosum* en la germinación de semillas de Maíz

Adriana Natividad Avendaño López, Martín Quintana Camargo, José Sánchez Martínez, María Leonor Román Miranda

¹Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. ²Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP. Correspondencia quintana.martin@inifap.gob.mx
aavedan@cucba.udg.mx

Introducción. El uso de bioestimulantes biológicos favorecen el desarrollo de procesos metabólicos en las plantas, en la producción agrícola se han empleado productos biológicos como bacterias, hongos y algas. Las algas marinas son organismos unicelulares de vida libre que se encuentran en ambientes acuáticos y salinos, pueden producir compuestos como metabolitos secundarios que logran combatir organismos fitopatógenos, y pueden producir compuestos como reguladores de crecimiento, así como minerales esenciales (calcio, magnesio, fósforo, zinc) . Los productos a base de extractos de algas han sido reportados como estimulantes de germinación en diferentes cultivos agrícolas. El objetivo del trabajo fue comparar la eficiencia del uso de un extracto comercial del alga *Ascophyllum nodosum* sobre la germinación de semilla de maíz.

Materiales y Métodos. El trabajo se desarrolló bajo condiciones de invernadero y laboratorio, en el Instituto de Ciencia y Tecnología de Semillas del CUCBA, Universidad de Guadalajara. En el año 2023, Se utilizó semilla de maíz de tamaño plano grande de 3 híbridos comerciales, de diferente ciclo de producción sin tratamiento previo. En invernadero se establecieron en charolas de 56 x40x8 cm, utilizando arena estéril como sustrato, en laboratorio, se utilizó papel Anchor® para los ensayos de germinación Se evaluaron cuatro tratamientos: tres con diferentes dosis de concentración del extracto de alga al 1, 5, y 10% respectivamente y un compuesto a base de insecticida (K-Obiol®), fungicida (Intercaptan) y colorante vegetal (rodamina). El diseño utilizado fue completamente al azar con cuatro repeticiones y prueba de comparación de medias de Tukey.

Resultados. El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas para los tratamientos, tanto en laboratorio como en invernadero, la aplicación de extracto de alga incrementó hasta 5 cm en longitud de plúmula, así como el porcentaje de germinación de hasta 23% en semilla con mayor grado de deterioro. El peso fresco y seco presentó una ganancia significativa comparada con la semilla tratada químicamente. El tratamiento con dosis de alga al 5% resultó ser el de mayor efecto positivo en el desarrollo de las plántulas de maíz. El índice de velocidad de emergencia también se incrementó con el uso de extracto de algas, respecto al desarrollo de



patógenos en laboratorio, se presentó una mejor sanidad considerando la presencia de hongos, aunque se identificaron hongos de almacén del género *Penicillium* y *Rhizopus*.

Conclusiones. El uso de extracto de algas *Ascophyllum nodosum* como potenciador de germinación en semilla de maíz, puede ser una alternativa, en la revigorización de semilla utilizando la concentración adecuada, mejorando la calidad fisiológica y sanitaria.

Palabras clave Extracto de algas, vigor semilla de maíz, microorganismos en semilla.



2025-28-AFA

Envejecimiento acelerado por imbibición en semillas de maíz

José Sánchez Martínez, Adriana N. Avendaño López, José Alberto Sánchez Nuño, José Miguel Padilla García, Luis J. Arellano Rodríguez, María Leonor Román Miranda

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara
jose.sanchezm@academicos.udg.mx

Las pruebas de vigor aplicadas a la semilla para conocer su capacidad y la eficiencia para la emergencia de la plántula son indispensables de realizarlas para su conocimiento de la calidad inicial de la semilla, sin embargo, se requiere de tiempo, equipo y materiales y equipos especiales para su desarrollo. Con el fin de contar con pruebas más sencillas y prácticas se propone la prueba de envejecimiento acelerado por imbibición de la semilla. Con el objetivo de obtener resultados fehacientes y muy sencillos de realizar obteniendo resultados iguales a las pruebas reconocidas oficialmente.

El experimento se desarrolló en el Laboratorio de semillas del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara. En junio de 2022, con los híbridos de maíz JS-322 A, JS-365, JS-369, JS-370 y JS-913. Los materiales cosechados fueron sembrados en el ciclo agrícola de otoño invierno 21/22. La semilla fue clasificada en formas y tamaños; plano grande (PG), plano medio (PM), plano chico (Pch) y bola grande (BG), bola media (BM) y bola chica (Bch). Se realizó la prueba de germinación estándar con la variante que al colocarse en el papel sustrato húmedo se colocó en una cámara a 40 °C por un periodo de 12, 24, 36 y 48 horas y posteriormente se pasó a la cámara de germinación a 25°C por ocho días, por otra parte se realizó la prueba de envejecimiento oficial por 48 y 96 h. para su comparación.

Resultados obtenidos en la germinación estándar los fueron muy similares con una media aproximada de 95% tanto para clasificación de formas y tamaños como para los materiales genéticos, en las pruebas de envejecimiento acelerado oficial se obtuvo una germinación promedio de 85 % y la prueba de envejecimiento por imbibición fue de un 83 % promedio y va disminuyente conforme más deterioro hasta alcanzar un 40% promedio.

Conclusiones. La prueba de envejecimiento por imbibición por 12 horas mostró valores similares a la prueba de envejecimiento acelerado tradicional.



2025-29-AFA

Caracterización de la producción de fresa en Irapuato, Guanajuato

Maki Díaz Griselda^{1*}, Cruz-Ávalos Ana Martha², Hernández Marín José Antonio³

¹Universidad de Guanajuato, Campus Irapuato-Salamanca. División de Ingenierías-Departamento de Arte y Empresa. g.maki@ugto.mx ²Universidad de Guanajuato, Campus Irapuato-Salamanca Departamento de Agronomía, División Ciencias de la Vida am.cruz@ugto.mx ³Universidad de Guanajuato, Campus Irapuato-Salamanca Departamento de Veterinaria y Zootecnia, División Ciencias de la Vida jahmarin@ugto.mx

RESUMEN

El grupo de frutillas denominadas berries (frambuesa, fresa, zarzamora y arándano) se ha posicionado dentro de los principales cultivos agrícolas de exportación, el valor de las exportaciones ha mantenido una tendencia a incrementarse en las últimas décadas. México es uno de los principales países productores y exportadores de fresa, el volumen de producción en 2023 fue de 641,552 t (FAOSTAT, 2025). Las entidades federativas que aportan el mayor porcentaje de producción son Michoacán, Baja California, Jalisco y Guanajuato (SIAP, 2025), en donde Irapuato representa el municipio con mayor producción. Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación es describir el proceso de producción de fresa en Irapuato, Guanajuato. La investigación se realizó mediante el seguimiento del proceso productivo de fresa en dos invernaderos de Irapuato con diferentes variedades y destinos de la producción (nacional y exportación), la documentación se realizó mediante observación y documentación fotográfica estableciendo vinculación con los productores de la región. Se identificó que la plantación se realiza en micro túneles, con sistema de riego por goteo, se producen variedades comerciales y orgánicas, en éstas últimas destaca un tamaño menor y presentan mayor dulzor que las variedades convencionales, y requieren mayor tiempo para ser cosechadas, debido a los cuidados especiales que requiere, lo cual se ve reflejado también en un mayor precio. La cosecha se realiza de forma manual, la producción aproximada es de 3,500 cajas. La presentación para exportación es en cajas de cartón con cuatro empaques plásticos. Los periodos más importantes de exportación se presentan en noviembre – febrero y en mayo – junio. Las especificaciones de empaque son diferentes de acuerdo con el destino de producción, el parámetro de cosecha es visual y solo se toma en cuenta el tamaño y el color del fruto, estas características pueden estar relacionadas con los atributos físicos y químicos que determinan la calidad de los frutos.

Palabras clave: berries, producción, comercialización, empaque, calidad

BIBLIOGRAFÍA

FAO (Food and Agriculture Organization). 2025. FAOSTAT. Food and agriculture data. Food and Agriculture Organization. Rome, Italy. <https://www.fao.org/faostat/en/#home>
SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2025. <https://www.gob.mx/siap>



2025-30-AFA

Análisis catastral mediante sensores remotos en la ciudad de Durango, Dgo

Alberto Guerrero-Carranco¹, Pablito Marcelo López-Serrano², Jorge Compeán-Aguirre², Jaime Briseño-Reyes¹

^[1] Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, UJED. ^[2] Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, UJED. p_lopez@ujed.mx, j.compean.aguirre@gmail.com, jaime.briseno@gmail.com

ANTECEDENTES

Aunque nuestros ancestros urbanistas nos legaron ciudades, aldeas y civilizaciones enteras con espectacular organización, actualmente vemos un crecimiento desproporcionado de los asentamientos humanos, poco organizado y planeado. No se han optimizado los registros catastrales para obtener información jurídica, económica y física, propiciando desorden territorial. Sin embargo, la geomática aplicada al desarrollo territorial nos permite comparativas de imágenes de satélite y observar diferencias, tendencias y planeación del crecimiento de ciudades como Durango, Dgo.

JUSTIFICACIÓN

Es de gran importancia para las zonas urbanas mantener actualizada su base de datos catastrales, ya que en la misma se deriva la información jurídica, económica y física de los predios que se encuentran en su territorio y que a partir del cual se realiza el recaudo económico. Por otro lado, la actualización catastral permite mantener las bases para el ordenamiento territorial urbano evitando un crecimiento sin control, mezclas de asentamientos que no perciben un orden, vialidades improvisadas, áreas verdes insuficientes y cada vez más corrupción en las aprobaciones de uso de suelo. Sin embargo, llevar a cabo dicha actualización conlleva altos costos en tiempo y recursos, ante ello la emergencia de nuevas tecnologías de sensores remotos y optimización de procesos en proyectos urbanos, permiten la disminución de costos, a partir del desarrollo de metodologías para la identificación de construcciones nuevas e identificación de englobes o des englobes de forma masiva mediante el uso herramientas de la geomática. Ya que, a partir de aplicación de técnicas de procesamiento digital de imágenes satelitales o derivadas de vehículos aéreos no tripulados, se puede identificar construcciones nuevas, para posteriormente a partir de algoritmos de identificación y clasificación en los softwares especializados, realizar el cruce con bases de datos con el fin de comparar y validar los resultados.



OBJETIVO

Analizar la base catastral del año 2016, 2020 Y 2024 mediante imágenes satelitales y sensores remotos con el fin de identificar nuevas construcciones para la actualización catastral en la ciudad de Durango, Dgo., Méx.

Contrastar la información existente y la procesada mediante los sensores remotos para obtener datos cuantitativos acerca de nuevas construcciones o mejoras encontradas en la ciudad.

METODOLOGIA

a. Área de estudio

El área de estudio se localiza en el estado de Durango dentro de las coordenadas $24^{\circ} 01' 26''$ latitud norte y $104^{\circ} 40' 13''$ latitud oeste, y a una altitud de 1890 m sobre el nivel del mar (INEGI 2021). La ciudad de Victoria de Durango es la capital del estado de Durango, México, se encuentra en el noroeste del altiplano mexicano, cuenta con una superficie aproximada de 10,041 km² y posee una población más de 832,650 habitantes con un importante crecimiento urbano en los últimos años (INEGI 2020). La temperatura media del mes más frío es de 1.7°C y la del mes más caliente de 31°C. Presenta una precipitación media anual de 500 mm (Figura 1).

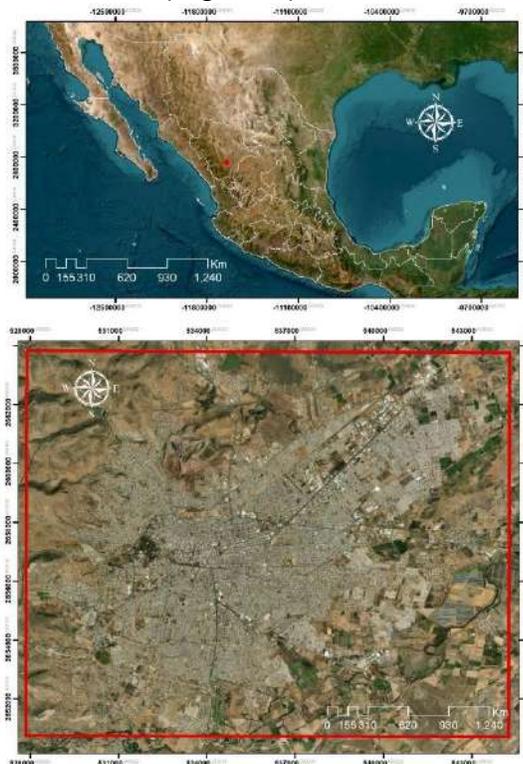


Figura 1. Localización de la Ciudad de Durango



b. Implementación

Se descargaron imágenes de satélite de Google Earth de la Ciudad de Durango de 2016, 2020 y 2024 y se determinó al azar una zona urbana con evidente crecimiento en construcciones (Figura 2) para entrenar al algoritmo mediante una Clasificación Supervisada, etiquetando predios construidos (1) y NO construidos (0) mediante el software Qgis.

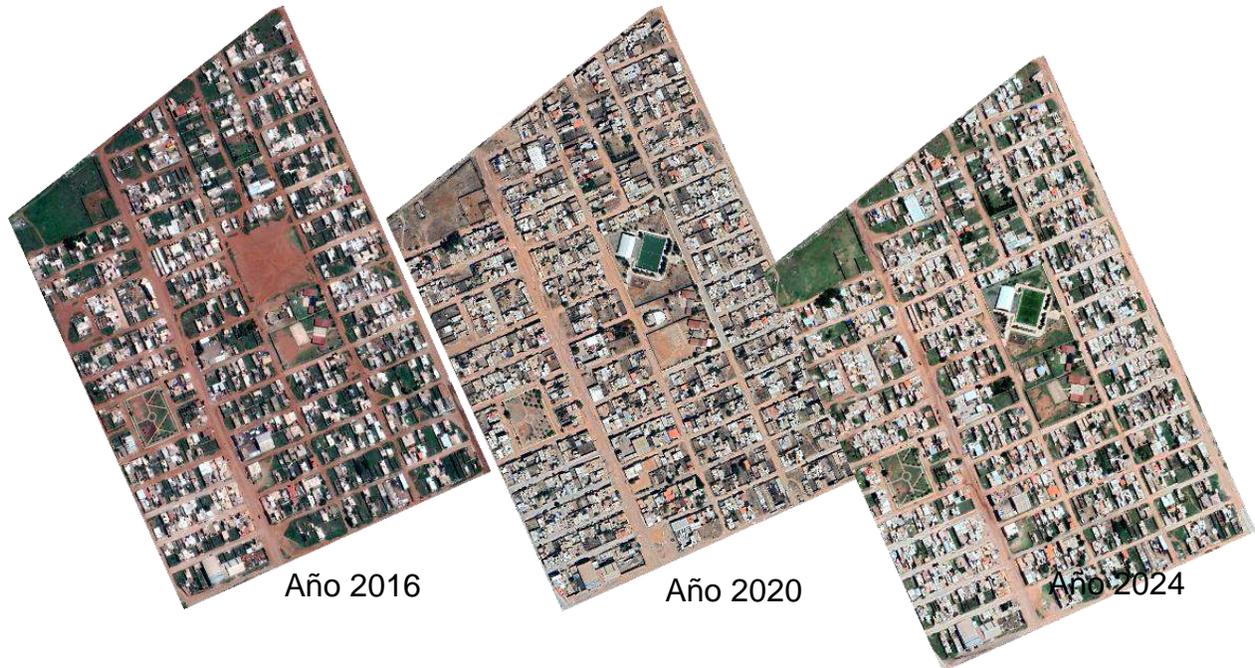


Figura 2. Imágenes de satélite de *Google Earth* de una zona urbana de Durango, Dgo

c. Clasificación Supervisada

Se ubicó una zona en la ciudad como muestra para la obtención de datos de entrada (Figura 3) por manzanas del área de estudio de 2016 y 2020 en el software ArcGIS, etiquetándolos con:

0 (CERO) = NO CONSTRUÍDO

1 (UNO) = SI CONSTRUÍDO

Figura 3. Representación de polígonos por manzana etiquetados en CERO y UNO





d. Entrenamiento del Algoritmo

Extracción de características RGB (Bandas de Color). Para cada polígono se calcularon promedios de las bandas Roja, Verde y Azul.

Extracción de características de textura (Filtros de *Gabor*) con diferentes frecuencias y orientaciones para obtener un patrón.

Este cálculo arroja la correlación que existe entre las bandas de color RGB y las texturas de *Gabor* con la clase objetivo, derivando en la siguiente RED NEURONAL ARTIFICIAL PERCEPTRON MULTICAPA:

1 CAPA DE ENTRADA CON 7 NEURONAS:

3 NEURONAS DE COLOR (RGB)

4 NEURONAS DE TEXTURA (4 ángulos de filtros de Gabor)

2 CAPAS OCULTAS cada una con 50 neuronas

1 CAPA DE SALIDA con una única neurona

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 4 se muestran los resultados de los diferentes filtros de *Gabor* que resaltan los patrones de dirección y tamaño:

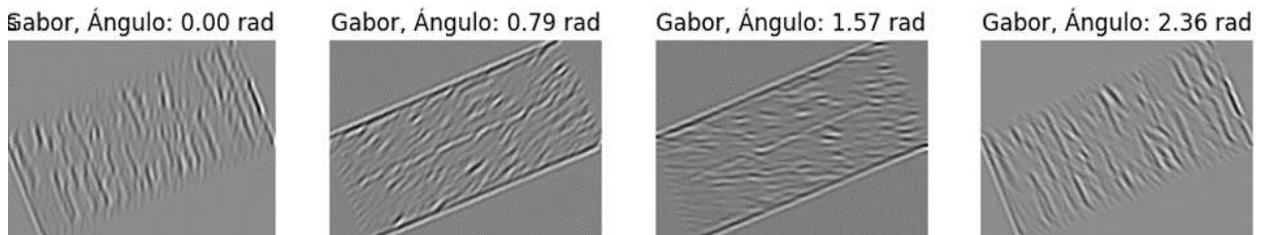


Figura 4. Filtros de Gabor sobre imagen original aplicando diferentes texturas y ángulos



El resultado de la clasificación supervisada presentó un **índice Kappa de 0.95**, la figura 5 es una muestra de la aplicación del algoritmo para la identificación de las áreas construidas.



Figura 4. Imagen clasificada del área de estudio de los años 2016 y 2020

CONCLUSIONES

Las imágenes de satélite en combinación con algoritmos de textura y el uso de redes neuronales permitieron identificar el crecimiento catastral de 2016 al 2020 que fue del 10.23% en la muestra analizada en la ciudad de Durango, lo cual hace eficiente y real el uso de esta tecnología para análisis catastral y desarrollo territorial.



BIBLIOGRAFÍA

Chollet, F., y Allaire, J. J. (2018). Deep Learning with R. Manning Publications.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2021.

McCulloch, W. S., y Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *The bulletin of mathematical biophysics*, 5(4), 115-133. <https://doi.org/10.1007/bf02459570>.

Wolpert, D. H., y Macready, W. G. (1997). No free lunch theorems for optimization. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 1(1), 67-82. <https://doi.org/10.1109/4235.585893> Aspectos geográficos, Durango (en línea). Durango, México. Consultado 15 mar. 2023.



2025-31-AFA

Análisis de la cobertura forestal en predios certificados y no certificados mediante sensores remotos en el bosque templado del estado de Durango

Alma Angelina Hernández-Rodríguez^[1], Pablito Marcelo López-Serrano^[2], Fred Cubbage^[3], Emily García-Montiel^[4], Daniel José Vega-Nieva^[4]

^[1] Maestría en Geomática a Recursos Forestales y Ambientales, UJED, 1055953@alumnos.ujed.mx; ^[2] Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, UJED, p_lopez@ujed.mx; ^[3] Universidad Estatal de Carolina del Norte, NC State; ^[4]Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, UJED, e_garcia@ujed.mx y danieljvn@gmail.com .

Justificación

La certificación forestal es crucial para evidenciar la gestión sostenible de los bosques ya que permite a los gestores forestales demostrar que las prácticas que aplican en sus bosques son sostenibles para satisfacer nuestras necesidades y la de las generaciones futuras, dicho alcance permite que el consumidor este seguro de que la madera u otro producto forestal procede de un bosque gestionado de manera responsable y sostenible. Durango desde que nace la certificación forestal ha sido un estado líder en número de hectáreas forestales certificadas lo cual lo hace un estado en el cual es importante estudiar la certificación. Debido a la escasa información sobre los beneficios de obtener la certificación forestal surge la necesidad de elaborar un estudio que permita evaluar un predio certificado y que mejor si es utilizando las nuevas tecnologías, al utilizar esta herramienta novedosa permitirá un estudio rápido y de bajo costo, mediante las imágenes satelitales se obtendrá una comparación del antes y después de los predios certificados y no certificados, logrando elaborar una comparación entre predios teniendo información real de beneficios o factores que distinga uno de otro, esto con el fin de dar a conocer a los dueños o poseedores de predios las ventajas de ser un predio certificado y así despertar el interés de llegar a la certificación forestal.

Objetivo

Analizar la cobertura forestal en predios certificados bajo el sistema internacional FSC y no certificados mediante imágenes satelitales en el bosque templado del estado de Durango.

Metodología

Área de estudio

El estudio se realizó en el bosque templado del estado de Durango, el cual se caracteriza por poseer un clima templado semifrío, subhúmedo, con lluvias en verano y



precipitación invernal escasa, generalmente mayor a 10 mm. La precipitación y temperatura anual oscilan en los 1 000 mm y 14°C, respectivamente. La vegetación arbórea dominante está constituida por el género *Pinus* combinado con el género *Quercus* (González-Elizondo *et al.*, 2007).

Caracterización de predios certificados

Se caracterizaron los predios certificados bajo el sistema FSC de los bosques templados del estado de Durango, donde las características que se tomaron en cuenta son:

- Esquema
- Tipo de propiedad
- Nombre del predio
- Municipio
- Superficie certificada
- Fecha de certificado
- Periodo de aprovechamiento

Caracterización de predios no certificados

Se seleccionaron predios con características similares a las de los predios certificados.

- Tipo de propiedad
- Nombre del predio
- Municipio
- Superficie total
- Periodo de aprovechamiento

Clasificación supervisada

Las imágenes satelitales se clasificaron mediante la técnica de clasificación supervisada utilizando el algoritmo de máxima probabilidad incorporada en la clasificación semiautomática (Echeverría *et al.*, 2006).

Se analizó la cobertura forestal mediante una clasificación supervisada en imágenes satelitales del sensor Landsat 8 de 2016 y 2021. Para ello, se consideraron dos clases:

1. Cobertura forestal y 2. Cobertura no forestal (Figura 1).



Figura 1. Diagrama de flujo

Análisis estadístico

Para analizar si existen diferencias significativas en la cobertura forestal estimada en predios certificados y no certificados, se realizó un análisis de varianza de un factor ANOVA en *R studio*. Se estableció la siguiente prueba de hipótesis:

H₀= No existen diferencias

H_a= Existen diferencias

Resultados y Discusión

Al año 2023 existen 44 predios certificados en el estado de Durango, los cuales abarcan una superficie total de 657,705.15 ha certificadas. Dichos predios se distribuyen en siete municipios. Los 44 predios están bajo la gestión de 15 técnicos forestales.

Se generaron mapas de la cobertura forestal correspondientes a 2016 y 2021, en los cuales se registró una cobertura de 106,652.18 ha en el predio certificado y 87,578.95 ha en el predio no certificado para 2016 (Figura 2). Para 2021, en el predio certificado, se registró una cobertura forestal de 106,987.20 ha y de 86,437.07 ha en el predio no certificado (Figura 3). El resultado del análisis de varianza mostró un *p-value* menor que 0.05 en ambos años (*p-value* = 0.0006 y *p-value* = 0.0005), por lo que se rechazó la hipótesis nula; no hay diferencia entre las medias.



Figura 2. Mapas de cobertura forestal de 2016 de la comunidad San Bernardino de Milpillas Chico y Ejidos San Francisco de Lajas y Santa María Magdalena Taxicaringa

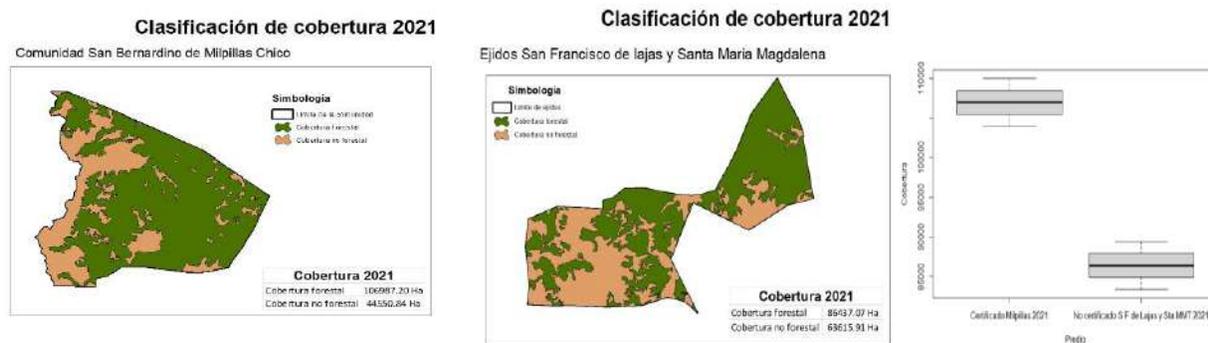


Figura 3. Mapas de cobertura forestal de 2021 de la comunidad San Bernardino de Milpillas Chico y Ejidos San Francisco de Lajas y Santa María Magdalena Taxicaringa

Conclusión

El predio certificado presentó mayor cobertura forestal en los años evaluados. El ANOVA mostró que existen diferencias significativas ($p\text{-value} = 0.0006$ y $p\text{-value} = 0.0005$) en la cobertura forestal de un predio certificado y no certificado. Además, con estos resultados, se pueden apreciar evidencias de que se lleva a cabo un manejo forestal sustentable, ya que se observa un incremento en la cobertura forestal y no una pérdida de la misma.

Bibliografía

- Echeverría, C., Coomes, D., Salas, J., Rey-Benayas, J. M., Lara, A., & Newton, A. (2006). Rapid deforestation and fragmentation of Chilean temperate forests. *Biological conservation*, 130(4), 481-494.
- González-Elizondo, M. S., González-Elizondo, M. y Márquez-Linares, M. A. (2007). Vegetación y ecorregiones de Durango. Durango, México: Plaza y Valdés.



2025-32-AFA

Estimación de la biomasa aérea y carbono mediante sensores remotos en el ejido el brillante, pueblo nuevo, Dgo

Avelia Marisol Mateo-González¹, Pablito Marcelo López-Serrano², Jesús Alejandro Soto-Cervantes³, Daniel Vega-Nieva³

^[1] Maestría en Geomática Aplicada a Recursos Forestales y Ambientales, UJED; ^[2] Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, UJED; ^[3] Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, UJED. danieljvn@gmail.com

Antecedentes

Con el consumo de hidrocarburos y la deforestación han provocado el incremento de CO₂ en la atmosfera, ante esto la naturaleza actúa como barrera ya que se encarga de almacenar cantidades considerables de carbono en su biomasa forestal aérea (Tafur *et al.*, 2022). La biomasa forestal se ha considerado como un indicador ecológico para la gestión sostenible de los bosques (Nguyen, Kappas., 2020).

El uso de sensores remotos es de gran utilidad en las mediciones forestales, permitiendo hacer clasificación de bosque según su tipo, cálculo de áreas y la elaboración de mapas (Lara Vásquez, Chamorro Sevilla., 2018).

Es por ello que el uso de las tecnologías en el ámbito forestal es un gran paso al desarrollo y mejores practicas para mantener estas grandes extensiones de bosque en estado saludable y sobre todo que nos ayudan a mitigar el aumento del CO₂.

Justificación

Determinar mejores prácticas para la estimación del carbono y la biomasa aérea, con la finalidad de obtener información precisa abarcando grandes extensiones de terreno en menor tiempo, así como analizar la información obtenida en con cada satélite.

Objetivo

Estimar la biomasa aérea forestal y el carbono mediante Sentinel 2 A, Landsat y Planet en el Ejido El Brillante, Pueblo Nuevo, Dgo.

Metodología

El ejido El Brillante se ubica en el municipio de Pueblo Nuevo Durango, entre las siguientes coordenadas: 23° 40' 04" y 23° 47' 54". Con altitud de entre 2 200 y 2 800 msnm. Con clima Semifrío húmedo con lluvias en verano, Templado subhúmedo con lluvias en verano.

En este ejido se encuentran bosques de Pino y Encino, predominando las siguientes especies: *Pinus cooperi var. cooperi*, *Pinus cooperi var. ornelasi*, *Pinus leiophylla*, *Pinus teocote* y *Pinus ayacahuite*

Datos de campo



Se utilizaron 2400 sitios de 1000 m² del inventario forestal realizado en 2016 (sitios de 1000 m²). En dicho inventario se consideran las variables especie (sp), diámetro normal (DAP) y altura (H) y para el cálculo del carbono se implementaron las ecuaciones alométricas de Vargas-Larreta [2].

Información satelital

Se utilizó una escena que cubrió al Ejido de los sensores *Landsat* (30 m), *Sentinel 2A* (10 m) y *Planet* (5 m). Todas ellas de 2016. Además, se consideraron variables topográficas del *Modelo Digital de Elevación* (MDE).

VARIABLES

- Elevación
- Pendiente
- Orientación
- NDVI

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$$

Donde:

NIR= es la banda espectral en la región del infrarrojo cercano y

R= la banda en la región rojo.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de correlación, seguido de un análisis de regresión lineal múltiple, donde el carbono calculado en campo fue la variable dependiente vs variables espectrales y topográficas como variables independientes. Dicho modelo se estableció de la siguiente manera:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_n X_n + e$$

Donde:

β_0 = intercepto; β_1 = Coeficiente de X; X = Variable espectrales y topográficas y e = error

Resultados y discusión

Los resultados de los modelos de regresión se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Estadísticos de ajuste de los modelos obtenidos

Sensor	Variable	R ²	RMSE
<i>Landsat</i>	Carbono	0.61	13.74 Mgha
<i>Sentinel</i>	Carbono	0.55	13.84 Mgha
<i>Planet</i>	Carbono	0.45	14.48 Mgha

R²=Coeficiente de determinación; RMSE Raíz Cuadrada Medio del Error.

Conclusión

Los sensores remotos permitieron la distribución espacial del carbono en el Ejido el Brillante. El modelo que mejor estimó el carbono fue el obtenido del sensor *Landsat* (R² = 0.61; RMSE = 13.74 Mgha).



2025-33-AFA

Análisis del patrón de actividad en mamíferos en relación con las fases lunares al noroeste del estado de Durango

Citlalli Edith Alemán-Rodríguez, Pablito Marcelo López-Serrano, Ulises Noel Gutiérrez-Guzmán, Amaury Esquivel-Romo, Maria Esther Rios-vega, Daniel Vega-Nieva

Antecedentes

Con el propósito de contribuir al buen manejo y conservación de la riqueza biológica, es indispensable tener conocimiento actual de su distribución geográfica y ecológica, particularmente de las especies endémicas (Flores, 1994).

(González *et al.*, 2017) Determinan que los matorrales cubren una quinta parte del estado de Durango (21.7%) teniendo el más alto porcentaje de especies endémicas a nivel de género de México con un 44% (Rzedowski, 1993). Especies silvestres como el coyote (*Canis latrans*), liebre cola negra (*Lepus californicus*), venado bura (*Odocoileus hemionus*), correcaminos (*Geococcyx velox*) se pueden encontrar en este tipo de ecosistema y que a su vez le dan vida a la misma (Ramírez *et al.*, 2008).

El patrón de actividad del animal deriva de factores abióticos tales como la temperatura, la humedad y la disponibilidad de luz (Navara y Nelson, 2007) y bióticos como la competencia por forrajeo y presas (González-Maya *et al.*, 2009).

Se plantea que los cambios de iluminación de la luna tienen efectos sobre diversos aspectos de la fisiología y conducta de los organismos (Muñoz, 2008). Por ejemplo, existe evidencia de que algunas especies de mamíferos pueden reducir o aumentar sus actividades a consecuencia del aumento de la luminosidad lunar (Harmsen *et al.*, 2011 y Norris *et al.* 2010).

JUSTIFICACION

Gran parte de los estudios que analizan la relación entre la intensidad de luz lunar y los patrones de actividad de mamíferos están enfocados a los quirópteros.

Existen estudios donde se ha evaluado la relación entre la intensidad de la luz de la luna y el número de capturas, frecuencia de llamadas y el tamaño del área de actividad de los murciélagos (Rodríguez *et al.*, 2015).

El fototrampeo no es invasiva, permite obtener resultados sobre el comportamiento de las especies (Diaz y Payán, 2012).



Esta información es necesaria tanto para incrementar nuestro conocimiento de la ecología de las especies y para entender los impactos de las actividades humanas sobre el comportamiento de las especies afectadas (Blake *et al.*, 2012).

Es importante señalar que las áreas alrededor de la unidad de estudio son utilizadas para el pastoreo de bovinos con presión antrópica sobre los recursos, por lo cual es importante tener información sobre los efectos que puede tener estas actividades en los mamíferos medianos y grandes.

OBJETIVO

- Analizar el efecto que las fases lunares tienen sobre la actividad (frecuencia de capturas) de mamíferos medianos y grandes a través del fototrampeo.

Objetivos específicos

- Determinar el patrón de actividad de mamíferos medianos y grandes a través del fototrampeo y cuáles son activas parcial o totalmente durante la noche.
- Generar la distribución potencial de las especies de mamíferos medianos y grandes presentes en el área de estudio.

Metodología

El área de estudio se localiza en el Noreste del Estado De Durango, "Apantita", con coordenadas de 25°42' latitud norte y 104° 18" longitud este, con una altura de 1700 msnm aproximadamente, contando con una superficie de 371 Ha, a la altura del km 70 por la carretera Bermejillo- la Zarca perteneciente al municipio de San Pedro del Gallo (Figura 1) se encuentra en un área de transición entre los matorrales áridos y los pastizales medianos abiertos de la cuchilla de la Zarca (Esquivel, 2011) citado por (Medel, 2016).

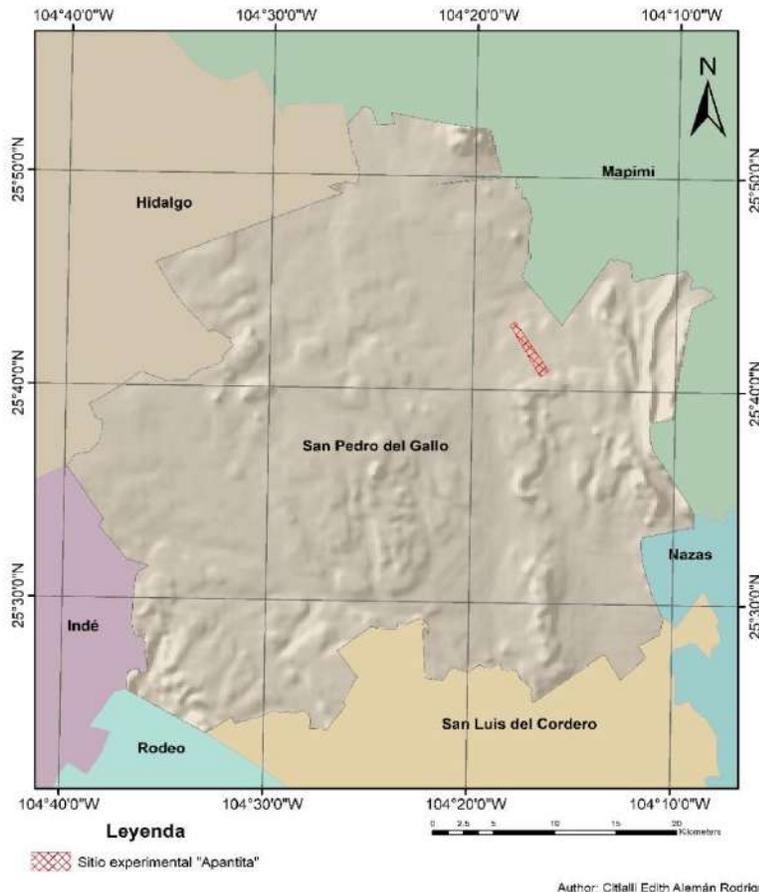


Figura 1. Ubicación del predio experimental “Apantita”

Se realizó un recorrido dentro del predio experimental para colocar seis cámaras trampa tomando a consideración áreas en donde se han tenido rastros e indicios como huellas, excretas, escarbaderos, así como áreas importantes como puntos de agua, caminos, posaderos, sendas y caminos.

Se colocaron en estacas o troncos de árboles o matorrales a una altura de .5 a 1.5 metros, esto, para tener una mejor captura de la mayoría de las especies (Zamora, 2012) y posteriormente tomar sus coordenadas, etiquetar la cámara con esta información y registrar en la libreta de campo.

Las cámaras se configuraron para funcionar las 24 horas, con hora y fecha, y al momento de detectar movimiento, se programaron para tomar 3 fotografías consecutivas y posteriormente un video de 15 segundos, para su funcionamiento, estos dispositivos cuentan una memoria de almacenamiento (32 Gb) y 8 pilas “AA”, en cada una de ellas.



Patrón de actividad

Se determina el patrón de actividad de las especies que presenten registros, las cuales se agruparan en intervalos de dos horas y el patrón de actividad se clasificará en diurnas (de las 8:00 a las 18:00 horas), nocturnas (de las 20:00 a las 06:00 horas); crepuscular (matutino, entre las 6:00 y las 8:00 horas y vespertino entre las 18:00 y las 20:00 horas) (Maffei *et al.*, 2002; Monroy-Vilchis *et al.*, 2011; Bernard *et al.*, 2013).

Resultados y Discusion

A partir de las fotografías efectivas correspondientes de especies encontradas en cada uno de los muestreos, se realizó el patrón de actividad, en el cual se ordenaron las fotografías de acuerdo a la hora de visita en cada sitio de muestro, gracias a este procedimiento se puede saber en qué hora es donde los animales presentan su mayor actividad.

De acuerdo con los criterios de patrón de actividad tomados, el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) presentó mayor actividad en el rango de 8:00 a.m. a 10:00 a.m. (Figura 2). El coyote (*Canis latrans*) presento mayor actividad dentro del rango 8:00 a.m. a 10:00 a.m. y de 22:00 p.m. a 12:00 a.m. (Figura 3).



Figura 2. Venado cola blanca (*Odocoileus Virginianus miquihuanensis*)



Figura 3. Coyote (*Canis latrans*)

Conclusiones

Lo anterior pone de manifiesto que el área brinda a los animales las condiciones necesarias de alimento y refugio seguro por ser un área de conservación, las áreas colindantes son utilizadas para el pastoreo de bovinos con presión antrópica sobre los recursos.

El método de foto trampeo es recomendado para el estudio de poblaciones de fauna silvestre ya que es una técnica no invasiva para el animal y se obtiene información difícil de conseguir por otros medios. Esta información es crucial para monitorear la salud de los ecosistemas, ya que los cambios en los patrones de actividad pueden ser indicadores tempranos de alteraciones ambientales, como el cambio climático o la fragmentación del hábitat, además de contribuir a la planeación del manejo y conservación de dichas especies.

Bibliografía

Flores-Villela, O.1991. Análisis de la distribución de la herpetofauna de México. Tesis Doctoral, Fac. Ciencias, UNAM. México. 269 p.



González-Elizondo, M., J.A. Tena-Flores e I.L. López-Enríquez. 2017. Comunidades xerófilas, halófilas y gipsófilas de la región Árida y Semiárida. En: La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado. conabio, México, pp. 193-204.

Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. ed. digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 255 pp

Ramírez P.J., J. Arroyo y N. González. 2008. Mamíferos, en S. Ocegueda y J. Llorente-Bousquets (coords.), Catálogo taxonómico de especies de México, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO. México, CD1. Página web <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/Matorral.html>

González-Maya J. F., Schipper J. y Benítez A. 2009. Activity patterns and community ecology of small carnivores in the Talamanca region, Costa Rica. *Small Carnivore Conservation*, 41: 9–14.

Muñoz Delgado J. 2008. A propósito de los ritmos de la luna. *Ciencia*, 48-56. Navara, K.J., Nelson, R.J., 2007. The dark side of light at night: physiological, epidemiological, and ecological consequences. *J. Pineal Res.* 43, 215–224.

Harmsen, B.J., R.J. Foster, S.C. Silver, L.E.T. Ostro y C.P. Doncaster. 2011. Jaguar and puma activity patterns in relation to their main prey. *Mamm. Biol.* 76: 320–324



2025-34-AFA

Estimación de la demanda hídrica del cultivo de mango mediante sensores remotos en Escuinapa, Sinaloa

Sergio Cruz Briseño¹, Pablito Marcelo López Serrano², Sergio Alberto Monjardin Armenta, Jaime Briseño Reyes¹, Daniel José Vega Niebla¹

^[1] Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, UJED. ^[2] Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, UJED.

ANTECEDENTES. La agricultura ocupa el 70% del agua que se extrae en el mundo y las actividades agrícolas representan una proporción aún mayor del "uso consuntivo del agua" debido a la evapotranspiración de los cultivos. La gestión de los recursos hídricos es un componente esencial en el manejo de los cultivos. **OBJETIVO.** Estimar la demanda hídrica del cultivo de mango mediante sensores remotos en un huerto en Escuinapa, Sinaloa. Determinar la evapotranspiración mediante sensores remotos en el cultivo de mango del área de estudio. Simular la programación del riego del patrón de cultivos determinado.

METODOLOGIA.

a. Área de estudio

El área de estudio es un huerto de mango en el municipio de en el municipio de Escuinapa, Sinaloa (Figura 1). Municipio que colinda al norte con el Rosario, y al sur con el estado de Nayarit, posee un clima Cálido subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad (51.45%), cálido subhúmedo con lluvias en verano de humedad media.

b. Implementación.

Se descargaron 10 escenas de del sensor Sentinel 2A del año 2024 (10 meses). Posteriormente se generó el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), con el fin de caracterizar el crecimiento del mango. Para cada mes se comparó el NDVI con el crecimiento de copa de árbol y datos de riego para arboles específicos en una zona de muestra dentro del huerto.

Finalmente se estimó la demanda hídrica del mango mediante un análisis de regresión lineal simple, considerando el riego (mm) como variable de respuesta y los valores del NDVI como variable predictora.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + e$$

Donde:

β_0 = intercepto; β_1 = Coeficiente de X; X = Variable independiente y e = error

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El NDVI permitió caracterizar el cultivo del mango en el huerto. Los valores mas altos del NDVI se presentaron en la etapa de fructificación y maduración del fruto, que es cuando el cultivo requiere mayor demanda hídrica. Se muestra la distribución espacial de la demanda hídrica en el huerto para el mes de enero una vez que se utilizo el modelo creado para los arboles muestrados empleándolo para toda la extensión del terreno. Para este modelo la varianza total explicada fue del 8.12% (RMSE=0.0372).

CONCLUSIONES. La comparación entre NDVI y riego proporciona datos para evaluar y gestionar el estado hídrico y la salud de la vegetación en un cultivo. Se establece que existe una relación moderada, significativa pero no extremadamente fuerte entre estas dos variables, esto puede ayudar a indicarnos el consumo de agua respecto al esto .



2025-35-AFA

Caracterización y acondicionamiento de biofibras de *Hibiscus sabdariffa*

Dolores Vargas Álvarez¹, Jesús Tadeo Hernández Moreno^{1,2}, Hugo Mauricio Montes de Oca Juárez¹

¹Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero, Av. Lázaro Cárdenas S/N, Col. La Haciendita, CP. 39090, Chilpancingo, Gro. México. ²Estancias Posdoctorales por México. Correo: dvargas@uagro.mx

Resumen

En este trabajo, se llevó a cabo la extracción de biofibras a partir del tallo de *Hibiscus sabdariffa* (Jamaica), utilizando procesos biológicos y métodos de química verde. En términos generales se observó que los métodos químicos tienen una mejor eficiencia que los tratamientos biológicos. Sin embargo, ocasionan una alta degradación de las fibras, impactando de forma directa su resistencia, flexibilidad y color. Por otra parte, el novedoso tratamiento biológico que se realizó en esta investigación, se basa en la implementación de *Pleurotus ostreatus*, para mejorar la calidad de la fibra, este proceso muestra un rendimiento similar a los tratamientos químicos, sin la desventaja de degradar las fibras (mejor resistencia y flexibilidad). Además, las muestras de los tratamientos químicos y biológicos fueron sometidas a espectroscopia de infrarrojo por transformada de Fourier, para analizar el contenido de celulosa, hemicelulosa, pectina y lignina.

Antecedentes

Las fibras naturales o biofibras son compuestos obtenidos a partir de material vegetal, animal o mineral. Estas fibras naturales, así como los materiales derivados de estas, han adquirido relevancia en el área industrial en los últimos años, debido a que representan una alternativa a las fibras sintéticas y plásticos. Las biofibras son obtenidas comúnmente del cáñamo, algodón y yute. Sin embargo, *Hibiscus sabdariffa* es una planta con presencia mundial, con gran resistencia y con baja exigencia de nutrientes lo cual demuestra su alto potencial para la extracción de fibras naturales.

Objetivo

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo extraer, acondicionar y caracterizar por FTIR las fibras obtenidas de los tallos de *Hibiscus sabdariffa*.

Metodología

Para la obtención de fibras naturales, en el procedimiento de enriado y acondicionado, se utilizaron como materia prima tallos de *Hibiscus sabdariffa* (Jamaica). Para el



tratamiento de los tallos, se descartando las partes innecesarias, como las flores, ramas y raíces. Posteriormente, se evaluaron las características físicas del tallo; la longitud, el peso y el diámetro. Se inicio el proceso de enriado sumergiendo los tallos en una solución de $Mg(OH)^2$ y posteriormente inoculando con *Pleurotus ostreatus*. Una vez que el proceso de enriado termino, se realizó una extracción manual de las fibras. Posteriormente, fueron sometidas a un mercerizado, blanqueamiento y neutralizado, empleando soluciones de NaOH, H_2O_2 y CH_3CO_2H para eliminar tintaciones naturales, aportar brillo a las fibras y obtener un pH neutro. Finalmente las biofibras se analizaron por FTIR después del enriado y del acondicionamiento.

Resultados y discusión

Se realizaron pruebas preliminares con tratamientos biológicos y químicos para determinar el proceso más eficiente y traslapar los resultados a las muestras finales. A través del análisis por FTIR se comprobó que el mejor tratamiento, fue en la que se utilizó la solución de $Mg(OH)^2$, obteniendo la menor transmitancia (mayor concentración de grupos funcionales). Se trabajó con cinco muestras finales (F14R1, F21R2, F28R1, F28R2 y F28R3) en diferentes lapsos de tiempo en contacto con *Pleurotus ostreatus*, observando que la muestra F28R2 obtuvo los mejores parámetros en la prueba de FTIR (Figura 1). En el proceso de acondicionamiento, se sumergieron las fibras en NaOH acuoso, para realizar un mercerizado, posteriormente se introdujeron en una solución de H_2O_2 para obtener un blanqueamiento y finalmente fueron sumergidas en una solución de CH_3CO_2H para conseguir un neutralizado. Las muestras acondicionadas se compararon por FTIR con las muestras después del enriado, mostrando una mejora en la concentración de grupos funcionales, comprobando la eficacia del proceso (Figura 2).

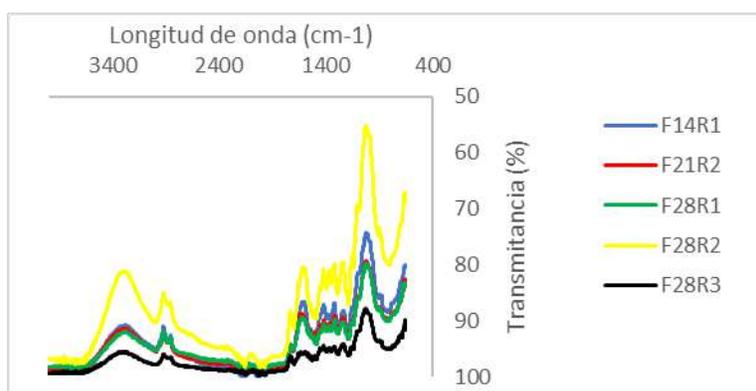


Figura 1. Espectro FTIR de fibras finales, después del enriado.



Figura 2. Izquierda) Muestra 21R2; derecha) Muestra 28R2

Conclusiones

Las fibras obtenidas a partir de un tratamiento biológico con *Pleurotus ostreatus* mostraron notables ventajas en comparación con tratamientos químicos, eliminando compuestos no esenciales de las fibras, de la misma forma en como sucedería con los tratamientos químicos, sin embargo, *P. ostreatus* no ocasiona daños significativos a las fibras, en conjunto con el proceso de acondicionado, representan una alternativa confiable, segura y sostenible en comparación con las fibras sintéticas.

Bibliografía

1. Amoasah B., Appiah F. & Patrick K. 2018. Effects of Different Drying Methods on Proximate Composition of Three Accessions of Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) Calyces. Amoasah et al.; IJPSS, 21(1): 1-8, 2018.
2. De la Rosa A., Maceda A & Terrazas T. 2020. Characterization of Biominerals in Cactaceae Species by FTIR. Crystals 2020, 10, 432; doi:10.3390/cryst10060432.
3. Fantilli A., Niedwiedz D. & Denis P. 2021. Bio-Fibres as a Reinforcement of Gypsum Composites. Materials 2021, 14, 4830.
4. Ilodibia C., Enyinwa P., Aziagba B. & Iroka C. 2020. Determination of Phytochemical and Proximate Constituents of Two Varieties of *Hibiscus sabdariffa*. Philomena et al.; AJRIB, 3(2): 1-8, 2020; Article no. AJRIB.54347.
5. Karakoti A., Biswas S., Aseer J., Sindhu N. & Sanjay M. 2018. Characterization of microfiber isolated from *Hibiscus sabdariffa* var. *altissima* fiber by steam explosion. Journal of natural fibers.



Área Ciencias Pesqueras, Acuícolas y del Mar



2025-01-PAM

Resiliencia cultural y biológica del ajolote: Entre la tradición gastronómica y la conservación

Gabriela Huerta-Ávila¹, Fernando Vega-Villasante² y Olimpia Chong-Carrillo³

^{1,2,3}Laboratorio de Calidad de Agua y Acuicultura Experimental, Departamento de Ciencias Biológicas, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara. Av. Universidad 203, Delegación Ixtapa, C. P. 48280 Puerto Vallarta. ^{2,3}Estancias posdoctorales por México. Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI). ¹gabriela.huerta2235@alumnos.udg.mx, ²fvillasante@cuc.udg.mx, ³olimpiachcarrillo@gmail.com

RESUMEN

Ambystoma mexicanum es un anfibio endémico para las zonas de Xochimilco, Chalco y Mixquic, y, hoy en día, restringido a los pequeños canales remanentes de la zona lacustre de Xochimilco (Rosales-Peña 2021). El ajolote mexicano, es una especie visualmente atractiva por sus características anatómicas: tres pares de branquias ramificadas, cada una cubierta de filamentos plumosos (Gresens, 2004), Su singular apariencia lo convirtió en inspiración para la elaboración de esculturas, figuras, grafitis, murales, y en la literatura (Aguilar-López et al. 2013; Aguilar López y Luría Manzano 2016). No obstante, su uso no se ha limitado al arte y literatura, el ajolote mexicano forma parte de la gastronomía mexicana desde la época prehispánica, principalmente en los lagos de la cuenca de México, donde el ajolote mexicano era una proteína valiosa para los ribereños (Favila Cisneros et al. 2011). Actualmente, el ajolote mexicano se encuentra en peligro de extinción por diversos factores como el incremento de las zonas urbanas, la introducción de especies exóticas que reduce la abundancia de la disponibilidad de recursos, las sequías, la contaminación de su sitio endémico y su uso como elemento gastronómico. En el presente trabajo se realizó una recopilación sistemática de toda la información disponible, a través de un estudio cuantitativo, para determinar las lagunas de información existentes y cuáles deberían ser abordadas con mayor importancia, y una revisión de los textos técnicos que abordaban la problemática ambiental, biológica, urbana y de contaminación que ha participado en la disminución de las poblaciones naturales del ajolote mexicano en su hábitat natural. Posteriormente, para determinar su valor nutricional en la dieta del ser humano se utilizó el método de cómputo de aminoácidos corregido por la digestibilidad de la proteína (PDCAAS) (FAO 1990). Los resultados demuestran que el ajolote mexicano no aporta los aminoácidos esenciales a la dieta del ser humano, no obstante, su valor como símbolo cultural y social tomó auge en los últimos años llegando a convertirse en un símbolo que representa a México para otros países. Se concluye que el consumo gastronómico del ajolote no justifica su explotación, dada su importancia



ecológica y cultural. Se recomienda implementar regulaciones estrictas, fomentar la conciencia pública y colaborar con iniciativas de conservación para proteger esta especie única y su hábitat amenazado.

Palabras clave: Xochimilco, gastronomía, ajolote, México, extinción.

Bibliografía

Aguilar López, J. L., & Luría Manzano, R. (2016). Los anfibios en la cultura mexicana. *Ciencia*, 67(2), 1–8.

Aguilar-López, J. L., López-Sánchez, J., & Villar-Salazar, C. (2013). Axolotl, letra por letra. *Ciencia, Academia Mexicana de Ciencias*, 64(2), 78–83.

Favila Cisneros, H., Quintero Salazar, B., & Barrera García, V. D. (2010). “Del plato a la boca... el ajolote a la sopa” una mirada al patrimonio cultural gastronómico. *CULINARIA*, 1, 75–89. www.uaemex.mx/

Gresens, J. (2004). An Introduction to the Mexican Axolotl (*Ambystoma mexicanum*). *Lab Animal*, 33(9), 41–47. <https://doi.org/10.1038/laband1004-41>

Malacinski, G. M. (1978). *The Mexican Axolotl, Ambystoma mexicanum: Its Biology and Developmental Genetics, and Its Autonomous Cell-lethal Genes*. 18, 195–206. <https://academic.oup.com/icb/article/18/2/195/205366>

Rosales-Peña, M. (2021). Manejo y cuidados del *Ambystoma mexicanum* en el acuario del CCH-Vallejo. *Consciencia*, 2(5), 20–36.



2025-02-PAM

***Dormitator latifrons*: Una deuda pendiente en la investigación científica frente al cambio climático**

Alondra Guadalupe Figueroa Salazar¹, Fernando Vega Villasante², Martín Alonso Aréchiga Palomera²

1,2, Laboratorio de Calidad de Agua y Acuicultura Experimental, Departamento de Ciencias Biológicas, Centro Universitario de la Costa¹, Universidad de Guadalajara. Av. Universidad 203, Delegación Ixtapa, C. P. 48280 Puerto Vallarta. Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SCHTI).

¹ alondra.figueroa8597@alumnos.udg.mx, ²fvillasante@cuc.udg.mx,

²martin.arechiga@academicos.udg.mx

El desarrollo de la investigación sobre *Dormitator latifrons* durante 2020-2024 ha avanzado en áreas básicas como genética, desarrollo larvario y fisiología. Sin embargo, persisten vacíos críticos en estudios poblacionales y respuestas al cambio climático. Este periodo destaca por evidenciar la falta entre el conocimiento básico y la ausencia de investigación aplicada a su conservación, especialmente ante el panorama global actual. La detección de los vacíos en *D. latifrons* es relevante por su potencial como especie nativa adaptable en diversos ambientes acuáticos el cual se encuentra distribuido desde California (EE. UU.) hasta Perú (Vega-Villasante, 2021). A pesar de su relevancia gastronómica regional en Ecuador y zonas costeras del sur de México, la investigación sobre esta especie ha sido desplazada por estudios en especies exóticas comerciales. Esta situación es preocupante ante las amenazas del cambio climático, invasiones biológicas y destrucción de hábitats (Curiel, 2012). La identificación de brechas en la investigación científica durante 2020-2024 es crucial para alinear futuros estudios con los objetivos de la economía azul y la Agenda 2030, especialmente en el contexto del aprovechamiento sostenible de recursos pesqueros nativos (FAO, 2024). Se realizó una revisión en dos bases de datos bibliográficas: Web of Science (WOS) y Scopus, con las palabras "dormitator AND latifrons". Se registran 145 artículos (78 en WOS y 67 en Scopus) en el período 2020-2024. Tras el primer filtrado, se obtuvieron 28 artículos únicos tras aplicar criterios de inclusión y eliminar duplicados. Solo cuatro artículos abordaron específicamente temas de cambio climático, seguridad alimentaria y fisiología. La revisión reveló escasos estudios sobre la relación entre esta especie y el cambio climático. Si bien estas dos bases de datos internacionales contienen estudios fundamentales sobre aspectos genéticos, bioquímicos, ciencias veterinarias, bienestar animal, fisiología, parasitología, limnología y pesquerías, existen categorías menos desarrolladas como ecología y tecnología de alimentos. Esta última, estrechamente vinculada con la seguridad alimentaria, se encuentra principalmente en revistas de alcance regional y local.



Bibliografía

Curiel, P. B. (2012). Las especies exóticas invasoras y el derecho, con especial referencia a las especies acuáticas, la pesca recreativa y la acuicultura. *Revista Catalana de Dret Ambiental*, 3(1), 1-54.

FAO. (2024). *The state of world fisheries and aquaculture 2024: Blue transformation in action*.

Vega-Villasante, F., Ruiz-González, L. E., Chong-Carrillo, O., Basto-Rosales, M. E. R., Palma-Cancino, D. J., Tintos-Gómez, A., Montoya-Martínez, C. E., Kelly-Gutiérrez, L. D., Guerrero-Galván, S. R., Ponce-Palafox, J. T., Zapata, A., Musin, G. E., & Badillo-Zapata, D. (2021). Biología y uso del durmiente gordo del Pacífico *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844): Revisión del estado del arte. *Revista Latinoamericana de Investigaciones Acuáticas*, 49(3), 391-403.



2025-03-PAM

Resiliencia amenazada: Impactos del cambio climático y actividades humanas en el langostino nativo *Macrobrachium tenellum*

Tania Yoselin Mendiola Altamirano¹, Manuel Alejandro Vargas Ceballos², Cynthia Eugenia Montoya Martínez³ y Fernando Vega Villasante⁴

^{1,2,3,4}Laboratorio de Calidad de Agua y Acuicultura Experimental, Departamento de Ciencias Biológicas, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara. Av. Universidad 203, Delegación Ixtapa, C. P. 48280 Puerto Vallarta. ^{2,3}Estancias posdoctorales por México. Secretaria de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación. ¹taniamendiolaalt@gmail.com, ²maalvace@hotmail.com, ³fvillasante@cuc.udg.mx

RESUMEN

A nivel mundial, se reconoce la vulnerabilidad de las pesquerías y por lo tanto de las comunidades pesqueras que pueden verse afectadas cuando los recursos sufren sobreexplotación. Tal es el caso de las especies del género *Macrobrachium* Bate, 1868 del Pacífico, que tienen un gran valor económico debido a su alto contenido proteico, sabor y atractivo visual (Vega-Villasante et al. 2014). En México, se han realizado investigaciones relacionadas a estas especies y se ha asentado la importancia de la economía, la pesca y la conservación del género *Macrobrachium* de Latinoamérica, estableciendo que hay escasos estudios en dichas especies (García-Guerrero et al. 2013). El presente trabajo tuvo como objetivo analizar los efectos antropogénicos en las poblaciones de langostinos nativos a través de evidencia documental. Para ello, se llevó a cabo el análisis de documentos detectados en bases de datos que abordaran los factores antropogénicos sobre estas especies. Además, se llevó a cabo la realización de encuestas a habitantes locales para recopilar información sobre el aprovechamiento de la especie y los efectos antropogénicos identificados por las comunidades. Adicionalmente, se llevó a cabo el análisis de la calidad nutricional del músculo de *M. tenellum* mediante cómputo químico para determinar su calidad proteica basada en aminoácidos esenciales. La investigación identificó seis factores principales que amenazan las poblaciones de *Macrobrachium tenellum*: modificación y fragmentación del hábitat, contaminación del agua por actividades agrícolas, industriales y urbanas, prácticas de pesca destructivas, introducción de especies invasoras, impactos del cambio climático y alteraciones en el microbioma intestinal. El análisis nutricional demostró que la proteína de *M. tenellum* es de alta calidad, con cantidades adecuadas de aminoácidos esenciales. Los hallazgos revelan múltiples amenazas antropogénicas que afectan tanto a las poblaciones de *M. tenellum* como a las economías locales dependientes de su pesca. La alta calidad nutricional de la especie resalta su importancia como recurso alimenticio para las mismas. Se evidencia la necesidad de



implementar un enfoque de conservación holístico que integre medidas de protección ambiental, manejo sostenible y consideraciones socioeconómicas para garantizar la preservación de la especie y el bienestar de las comunidades dependientes.

Palabras claves: contaminación, nutrición, sobrepesca, impacto social, modificación del hábitat.

Bibliografía

García-Guerrero, M. U., Becerril-Morales, F., Vega-Villasante, F., & Espinosa-Chaurand, L. D. (2013). Los langostinos del género *Macrobrachium* con importancia económica y pesquera en América Latina: conocimiento actual, rol ecológico y conservación. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(4), 651-675.

Vega-Villasante, F., García-Guerrero, M. U., Cortés-Jacinto, E., Yamasaki-Granados, S., Montoya-Martínez, C. E., Vargas-Ceballos, M. A., & Nolasco-Soria, H. G. (2014). Los camarones de agua dulce del género *Macrobrachium*: biología, ecología y explotación. *Temas sobre investigaciones costeras*. Universidad de Guadalajara, Jalisco, 273-315.



2025-04-PAM

Efecto de diferentes densidades de siembra en el crecimiento, sobrevivencia y parámetros sanguíneos del *Dormitator latifrons* en la producción de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla*) en un sistema acuapónico a pequeña escala

Manuel A. Vargas-Ceballos¹, Luis E. Ruiz-González², Dulce M. Flores-Rodríguez³, Daniel Badillo-Zapata⁴, Juan D. Galaviz-Parada⁵ y Fernando Vega-Villasante⁶

^{1,2,3,4,5,6}Laboratorio de Calidad de Agua y Acuicultura Experimental, Departamento de Ciencias Biológicas, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara. Av. Universidad 203, Delegación Ixtapa, C. P. 48280 Puerto Vallarta. ¹Estancias posdoctorales por México. Secretaria de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI).

¹manuel.vargas@academicos.udg.mx, ²luis.ruiz4086@academicos.udg.mx, dulce.frodriguez@alumnos.udg.mx, daniel.badillo@academicos.udg.mx, juan.galaviz7095@academicos.udg.mx, fvillasante@cuc.udg.mx.

RESUMEN

La acuaponía es una que combina la hidroponía y la acuicultura, mejorando la eficiencia de ambas al integrarlas en un único sistema. El pez *Dormitator latifrons* posee características favorables para su consumo y su uso en estos sistemas, además de ser una especie nativa, lo que refuerza su potencial para fomentar prácticas sostenibles en México. El objetivo de este estudio fue analizar el efecto de diferentes densidades de siembra en el crecimiento, la sobrevivencia y los parámetros sanguíneos de *D. latifrons* en un sistema acuapónico a pequeña escala, así como evaluar el rendimiento de *Beta vulgaris* var. *cicla*. Para ello, se trabajó con tres densidades de siembra de peces 10, 30 y 50 peces/m³ (T1, T2, T3), cada una por triplicado, utilizando una densidad fija de plantas de 20 plantas/m². Se registraron parámetros iniciales y finales de peso y longitud en ambos organismos, además de indicadores específicos como el incremento diario en peso (DWG), rendimiento neto (NY), factor de conversión alimenticia (FCR) y el porcentaje de sobrevivencia en peces. También se evaluaron parámetros de calidad del agua y parámetros sanguíneos. Los resultados indicaron que los peces sometidos al T1 presentaron parámetros sanguíneos favorables, una FCR eficiente, un DWG destacado pero un NY inferior al resto de los tratamientos. En contraste, las plantas mostraron un mayor crecimiento en el T3, lo cual se atribuye a los niveles elevados de amoníaco y nitrato en los parámetros de agua. En conclusión, con base en los resultados obtenidos, se sugiere que una densidad de siembra intermedia podría representar un equilibrio óptimo entre el rendimiento y salud las plantas y los peces.



2025-05-PAM

**Efecto de diferentes dietas vivas sobre el crecimiento y supervivencia en
Ambystoma mexicanum post eclosión**



2025-06-PAM

Obtención de un índice biométrico para juveniles y adultos de *Holothuria inornata* (SEMPER, 1868)

Miriam G. Zumaya-Higuera¹, Juan M. Pacheco Vega^{1,2}, José Trinidad Nieto Navarro^{1,2}, Alexia Omont².

¹Programa de Doctorado en Ciencias Biológico Agropecuarias y Pesqueras, Universidad Autónoma de Nayarit, Carretera Tepic-Compostela km 9, C.P. 63780, Xalisco, Nayarit. Email: 22000026@uan.edu.mx.

²Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit, Carretera Los Cocos Km 12, Bahía de Matanchén, San Blas, Nayarit, México. ³Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. (CIBNOR) Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Col. Playa Pablo de Santa Rita Sur, 23096, La Paz, Baja California Sur, México.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es predecir el peso a partir de medias biométricas como peso húmedo, peso seco y porcentaje de humedad en *H. inornata*. Los ejemplares fueron recolectados de manera manual de la playa El Borrego del municipio de San Blas, Nayarit. Se realizó la identificación de la especie mediante la caracterización de escaleritas calcáreas. Cada ejemplar fue sedado y se registraron las mediciones fuera del agua con una balanza digital. Se realizaron regresiones lineales múltiples en donde la variable dependiente fue la talla y las variables independientes fueron el peso húmedo (g), peso seco (g) y porcentaje de humedad (%). Después de contrastar los resultados de escleritas identificadas con las claves de identificación de estas, se confirmó que pertenecen a *H. inornata*. Se obtuvo una ecuación general para predecir el peso húmedo (WW) de los organismos en la talla de juveniles $WW = -22.561 + (0.583 \times \text{talla})$, adulto inmaduro; $WW = -20.797 + (0.689 \times \text{talla})$ y adulto maduro; $WW = -78.600 + (1.296 \times \text{talla})$. Para las correlaciones en base al peso seco (DW), se obtuvo en juveniles; $DW = (70.754 - (0.282 \times \text{talla}) - 0.589 \times \% \text{ humedad}) \div (9.496)$, en adultos inmaduros; $DW = (40.614 - (0.486 \times \text{talla}) - (0.278 \times \% \text{ humedad})) \div (3.456)$ y adultos maduros: $DW = (96.889 - (0.908 \times \text{talla}) - (0.639 \times \% \text{ humedad})) \div (2.135)$. La utilización de parámetros biométricos para la estimación de peso presentó altos coeficientes de ajuste. El peso húmedo fue el parámetro biométrico que mejor ajuste presentó entre los diversos parámetros. Con ayuda de estos índices biométricos facilitara el registro de peso húmedo y seco, que sirvan para evaluaciones poblacionales y de biomasa en la pesquería de *H. inornata* y en la acuicultura de esta especie.



2025-07-PAM

**Efectos de la criopreservación en el esperma de abulón rojo *Haliotis rufescens*:
Evaluación tras 20 años de almacenamiento**

**Galilea de Jesús Fonseca-González¹, Carmen Guadalupe Paniagua-Chávez²,
David Urbán-Duarte¹, Anahy Danae Vargas-Velázquez¹, Horacio Álvarez-Gallardo¹**

¹Centro Nacional de Recursos Genéticos. ²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. fonseca.galilea@inifap.gob.mx

ANTECEDENTES

Actualmente, la acuicultura es la industria alimentaria de mayor crecimiento en el mundo (CONAPESCA, 2017). Por lo que, la conservación de germoplasma en especies acuáticas es fundamental para la preservación de su diversidad genética y la sostenibilidad de sus poblaciones, especialmente para aquellas especies de alto valor ecológico y económico. El abulón rojo *Haliotis rufescens* es un molusco bivalvo nativo de Baja California de importancia comercial en México e internacionalmente con una producción comercial aproximada 40 toneladas (IMIPAS, 2018; SADER 2016). Asimismo, la producción acuícola del abulón ha sido una fuente importante de ingresos para las comunidades en la región de Baja California dedicadas a su comercialización, así como en las costas de California, Estados Unidos. Sin embargo, la producción acuícola de abulón se ha visto restringida debido a complicaciones en el desarrollo de vida de los organismos, pues estos presentaban alto nivel de mortalidad en la fase larvaria (SADER, 2016).

Por otro lado, el abulón rojo se encuentra clasificado en peligro crítico dentro de la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). En 2018 IMIPAS estableció 7 acciones a tratar en el manejo ecosistémico del abulón rojo, donde se hace mención al fomento de medidas para su conservación en México (IMIPAS, 2018). En 2002 el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE) estableció el protocolo de criopreservación de esperma de *H. rufescens* (Salinas-Flores et al., 2005). Como estrategia de colaboración algunas muestras fueron donadas al CNRG para su resguardo y evaluación.

La criopreservación de germoplasma, es decir, gametos, embriones, esperma, ovocitos o tejido, es una herramienta de conservación ex situ in vitro que permite la preservación del material genético por tiempo indefinido. De esta manera en el futuro se pueden aplicar programas de mejoramiento genético y optimización de la reproducción en cautiverio sin comprometer la población de la especie.



JUSTIFICACIÓN

La criopreservación del esperma de abulón surge como una herramienta para preservar la biodiversidad genética de la especie. En el presente trabajo se realizó la evaluación del germoplasma de *Haliotis rufescens*, con el fin de conocer su estado posterior a su criopreservación durante 20 años. Este trabajo se deriva del proyecto de CICESE del 2002, donde desarrollaron el protocolo para congelar a largo plazo el esperma de abulón.

La evaluación del germoplasma años posterior a su criopreservación contribuye a superar los desafíos de la criopreservación a largo plazo y proporciona una herramienta valiosa para asegurar la sostenibilidad de las poblaciones de abulones. Además, otorga una base para futuras investigaciones y mejoras en las técnicas de conservación genética para otras especies acuáticas en riesgo. El efecto de la criopreservación puede incluir la disminución de motilidad, daño al ADN o reducción de la capacidad de fertilización, lo que hace necesario realizar estudios para entender cómo estas características se ven afectadas con el tiempo. Abordar los desafíos asociados con la criopreservación prolongada es crucial para comprender como se mantienen las muestras y su viabilidad durante largos períodos, especialmente en instalaciones especializadas como los biobancos.

OBJETIVO

Evaluar los efectos de la criopreservación en la morfología del esperma de abulón rojo *Haliotis rufescens* criopreservado durante 20 años.

METODOLOGÍA

El método utilizado por Salinas-Flores et al., 2005 para la criopreservación de las muestras de esperma constó de DMSO 10% o glicerol 10%, y 2 métodos de congelación, simplificado con una caja de poliestireno que contenía nitrógeno líquido. La congelación simplificada se realizó a -20°C con el vapor de nitrógeno líquido a una tasa de $-1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ a -30°C y mantenida a esa temperatura por 5 minutos. Mientras que con el método programable se usó una cámara programable con una tasa de congelación de $-1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ a -140°C , y mantenida a esa temperatura por 10 minutos. La descongelación de las pajillas se realizó en un baño maría a 45°C por 8 segundos.

Se realizaron análisis morfológicos con las tinciones: rosa de bengala, eosina-nigrosina, Sperm Blue, azul de toluidina y diff quick. Para la tinción de rosa de bengala y eosina-nigrosina se colocaron 5 μL de esperma de abulón y 5 μL de rosa de bengala o 1 μL de eosina-nigrosina en un portaobjetos, cubriéndolo con un cubreobjetos. También se realizaron frotis de las muestras. La tinción con Sperm Blue se realizó según las



instrucciones del kit, se hizo frotis con 5 μL de esperma y se dejó secar en placa térmica. Posteriormente se sumergió el portaobjetos en la tinción por 10 minutos, se lavó y se dejó secar, finalmente se añadió “mounting media” y se coloca el cubreobjetos. Finalmente, para la tinción con azul de toluidina se realizaron frotis de la muestra con soluciones al 50%, 25%, 12.5% y 6.25%.

Posteriormente cada muestra fue visualizada en un microscopio óptico LEICA ICC50 HD, se tomaron fotografías para determinar el método de tinción más eficiente, y asimismo para evaluar la morfología espermática. El análisis morfométrico se realizó en el software ImageJ, donde se midió el largo del flagelo, largo y ancho de la cabeza de 150 espermatozoides por muestra.

Las variables se analizaron cómo un diseño completamente al azar con arreglo factorial utilizando el procedimiento GLM de SAS (SAS Institute Inc., Cary NC, USA). Para cumplir con los supuestos del análisis de varianza, las variables se probaron para normalidad, utilizando la prueba de Shaphiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Cramer-von Mises y Anderson-Darling, utilizando el procedimiento Univariate del mismo paquete estadístico. Las variables sin una distribución normal fueron transformadas con el logaritmo natural de $x+1$ ($\log N [X+1]$) o la $\sqrt{x+0.5}$, mientras que las variables de porcentaje, expresadas como proporciones, se transformaron al arco-seno \sqrt{p} . Posteriormente, los datos se transformaron a los valores reales para los cuadros y figuras. Se consideraron diferencias significativas con valores de $P \leq 0.05$.

RESULTADOS

Las muestras mejor teñidas para el análisis y toma de fotografías fueron aquellas teñidas con rosa de bengala o eosina-nigrosina y cubiertas con cubreobjetos. En el resto de las tinciones probadas se observaban residuos y cristalización, lo que dificultaba la visualización de los espermatozoides y sus mediciones.

El esperma de abulón sin anomalías presentó la cabeza en forma de bala, el largo del flagelo tuvo una medida de 47.8 μm , la cabeza midió 8.3 μm de largo, mientras que el ancho de la cabeza fue de 2.8 μm . En todos los tratamientos

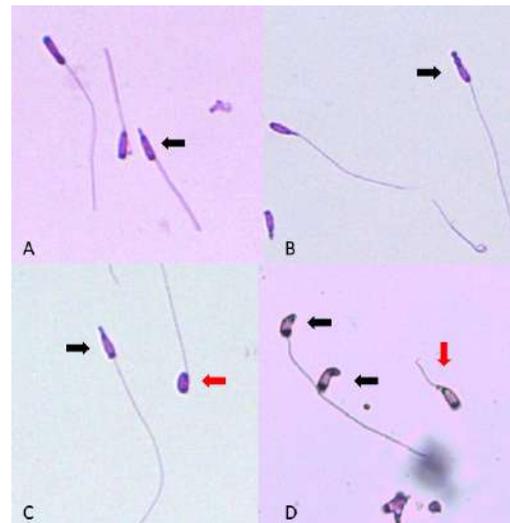


Figura 1: Esperma descongelado de *H. rufescens*. (A) cuello plegable (flecha color negro); (B) defecto acrosomal (flecha color negro); (C) cuello plegable (flecha color negro) y cabeza con aumento de tamaño; (D) Cabeza con aumento de tamaño (flecha color negro) y flagelo corto (flecha color rojo).



se observó un mayor porcentaje de espermatozoides con anormalidades, fue en DMSO con método simplificado donde se observó el mayor número de anormalidades (64%), sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($P=0.94$).

Entre las anormalidades más notorias se encontró un aumento de tamaño de la cabeza, cabeza en forma de riñón, flagelo enrollado, dobladura de la pieza media, desprendimiento de la cabeza, defecto en el acrosoma y flagelo roto (ver figura 1). Las anormalidades se clasificaron en el número de anormalidades presentes por tratamiento, es decir, si presentaban solo una o más anormalidades a la vez. Las anormalidades se clasificaron de acuerdo al número de anormalidades presentadas por tratamientos. Es decir, si presentaban solo una, dos o tres a la vez.

El tratamiento de 10% DMSO con método programado fue donde se observaron el mayor número (75.3%) de células que presentaban anomalía ya sea en la cabeza o flagelo. Asimismo, fue en el mismo tratamiento donde se encontraron la mayor cantidad de espermatozoides con aumento de la cabeza, tanto en ancho ($4 \pm 0.4 \mu\text{m}$) como en largo ($10 \pm 0.4 \mu\text{m}$). Mientras que en glicerol con método simplificado el 25.3% de las células presentaban 2 anomalías, ya sea en el largo del flagelo, en el ancho o en el largo de la cabeza. Por otro lado, al congelar las células con glicerol usando el método programado el 3.2% de las células presentaban distorsión en el flagelo y en el ancho y largo de la cabeza.

Las menores medidas de largo de flagelo se encontraron en el tratamiento de glicerol con método programado ($33.1 \pm 3 \mu\text{m}$). Asimismo, en los dos grupos de glicerol (simplificado y programado) presentaron las menores medidas de largo de cabeza, 6.4 y 7 μm respectivamente.

DISCUSIÓN

En este trabajo se analizó el espermatozoide de abulón criopreservado desde 2002. La evaluación incluyó la estandarización de tinciones y evaluar la morfología y medidas de los espermatozoides post descongelación. La capacidad de conservar material genético es crucial en la acuicultura para la gestión de especies acuáticas de interés. Aunque la criopreservación permite almacenar el germoplasma por manera indefinida, es recomendable monitorear su estado para asegurar su futura aplicación. La morfología y morfometría de los espermatozoides son indicadores de la capacidad para fertilizar el ovulo, ya que un alto porcentaje de anomalías puede reducir la fertilidad. Los resultados morfométricos de aquellos espermatozoides sin anomalías mostraron características estructurales bien definidas. Las medidas obtenidas coincidieron con las reportadas en estudios previos sobre la morfología de espermatozoides del abulón rojo



(Lewis et al., 1980), lo que sugiere que algunas células mantuvieron su estructura funcional.

Por otro lado, todos los tratamientos resultaron en un mayor porcentaje de espermatozoides con anomalías. Se ha observado previamente que los daños en cabeza y flagelo del espermatozoide suelen ser causados por el proceso de congelamiento (Galo et al., 2019). Este tipo de alteraciones también se han reportado en *Haliotis discus hannai*, donde se observaron anomalías en el flagelo, cabeza y acrosoma (Hossen et al., 2021). En el espermatozoide descongelado de *Crassostrea angulata* se detectaron daños en el flagelo, el acrosoma y las mitocondrias (Kuo y Gwo, 2022). En cuanto al doblamiento y desprendimiento de la cabeza, esta anomalía ha sido frecuente tanto en espermatozoide fresco como descongelado de *H. discus hannai* y de *Prochilodus lineatus* (Miliorini et al., 2011). Los daños en el flagelo pueden afectar significativamente la motilidad de los espermatozoides, lo que, a su vez, altera su interacción con el óvulo, disminuyendo así las tasas de fertilización (Miliorini et al., 2011).

Asimismo, en algunas células se observó lo que podría considerarse una reacción acrosomal. Esto se refiere al proceso en el cual la punta del espermatozoide se abre para liberar su acrosoma y romper la envoltura vitelina, facilitando así la penetración del espermatozoide y su posterior fusión con el ovocito (Wassarman y Litscher, 2008). Por lo que esta reacción desempeña un importante rol en la fertilización.

Aunque no se comprende completamente la causa de las anomalías observadas, estas podrían derivarse de varios factores durante el proceso de congelamiento, descongelamiento, manejo y almacenamiento de las muestras a lo largo de los 20 años de conservación. Para identificar los problemas vinculados con la calidad del espermatozoide, es clave emplear diversas técnicas y criterios que permitan evaluar el grado de daño celular (Salinas-Flores et al., 2005). Por ejemplo, los parámetros morfológicos y morfométricos para obtener más información de las células. Además, se requieren otros experimentos para asegurar la calidad del germoplasma, ya que la morfología por sí sola no garantiza que el espermatozoide sea capaz de fertilizar.

CONCLUSIÓN

Este estudio indica que la criopreservación prolongada de espermatozoide de abulón durante 20 años resultó en un alto porcentaje de espermatozoides con anomalías morfológicas. No obstante, estos hallazgos subrayan la importancia de realizar evaluaciones morfológicas previo al proceso de criopreservación. Aunque las anomalías podrían ser consecuencia de los efectos del congelamiento y descongelamiento, la falta de un análisis previo sobre la morfología de los espermatozoides limita la comprensión completa de los posibles daños inducidos en la



criopreservación. Por lo tanto, se recomienda incorporar evaluaciones morfológicas previas a la criopreservación para obtener información más precisa de los efectos del proceso de conservación a largo plazo.

BIBLIOGRAFIA

Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. (2017). La acuicultura, el sector productivo de mayor crecimiento en el mundo: FAO. <https://www.gob.mx/conapesca/articulos/la-acuicultura-el-sector-productivo-de-mayor-crecimiento-en-el-mundo-fao-136756>

Galo, J.M., Streit-Junior, D.P., Oliveira, C.A., Povh, J.P., Fornari, D.C., Digmayer, M., y Ribeiro, R.P. (2019). Quality of fresh and cryopreserved semen and their influence on the rates of fertilization, hatching and quality of the larvae of *Piaractus mesopotamicus*. Brazilian Journal of Biology 79, 438-445. Doi: [10.1590/1519-6984.182391](https://doi.org/10.1590/1519-6984.182391)

Hossen, S., Sukhan, Z.P., Cho, Y. y Kho, K.H. (2021). Effects of Cryopreservation on Gene Expression and Post Thaw Sperm Quality of Pacific Abalone, *Haliotis discus hannai*. Front. Mar. Sci. Doi: [10.3389/fmars.2021.652390](https://doi.org/10.3389/fmars.2021.652390)

Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuicultura Sustentable. (2018). Acuicultura abulón rojo. <https://www.gob.mx/imipas/acciones-y-programas/abulon-rojo>

Kuo, T.Y. y Gwo, J.C. (2022). Quality assessment of cryopreserved Portuguese oyster (*Crassostrea angulata*) sperm through ultrastructural and flow cytometry analysis. Cryobiology 104, 79-86. Doi: [10.1016/j.cryobiol.2021.09.005](https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2021.09.005)

Lewis, C.A., Leighton, D.L., y Vacquier, V.D. (1980). Morphology of Abalone Spermatozoa before and after the Acrosoma Reaction. Journal of Ultrastructure Research 72, 39-46.

Miliorini, A. B., Murgas, L. D. S., Rosa, P. V., Oberlender, G., Pereira, G. J. M., & da Costa, D. V. (2011). A morphological classification proposal for curimba (*Prochilodus lineatus*) sperm damages after cryopreservation. Aquaculture Research, 42(2), 177-187.

Salinas-Flores, L., Paniagua-Chavez, C.G., Jenkins, J.A. y Tiersch, T.R. (2005). Cryopreservation of sperm of red abalone (*Haliotis rufescens*). Journal of Shellfish Research. Vol. 24, 415-420. DOI: [10.2983/0730-8000\(2005\)24\[415:COSORA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2983/0730-8000(2005)24[415:COSORA]2.0.CO;2)

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2016). Supervisa CONAPESCA avances de cooperativistas de BCS en producción acuícola de abulón. Obtenido de: <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/supervisa-conapesca-avances-de-cooperativistas-de-bcs-en-produccion-acuicola-de-abulon>

Wassarman, P.M., y Litscher, E.S. (2008). Mammalian fertilization: The eggs's multifunctional zona pellucida. Int. J. Dev. Biol. 52 665-676. Doi: [10.1387/ijdb.072524pw](https://doi.org/10.1387/ijdb.072524pw)



2025-08-PAM

Expansión e impacto de *Cherax quadricarinatus* en Nayarit, México: Nuevos registros de traslocación y establecimiento en dos cuerpos de agua

J. Raúl Tapia-Varela¹, Carlos A. Romero-Bañuelos¹, José T. Nieto-Navarro³, Lesset del C. Ramos-Ramírez⁴, Raquel Enedina Medina-Carrillo⁴, C. Antonio Tapia-Varela²

¹Secretaría de Investigación y Posgrado, Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, Nayarit, México. r.tapia@uan.edu.mx. romerobanuelos@uan.edu.mx.

²Área Psicopedagógica de la Unidad Académica de Educación y Humanidades de la Universidad Autónoma de Nayarit, México. cesartapia952@gmail.com

³Unidad Académica Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera. Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, Nayarit, México. nietojt@gmail.com

⁴Unidad Académica de Ciencias Químico Biológicas y Farmacéuticas. Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, Nayarit, México. lesset.ramos@uan.edu.mx raquel.medina@uan.edu.mx

Resumen

Originario de Australia, *Cherax quadricarinatus* se ha expandido globalmente debido a la acuariofilia y la acuicultura, estableciéndose en ecosistemas acuáticos de Europa, Asia, América y África. En México, su introducción ocurrió en 1986 en Querétaro y en 1995 en la Ciudad de México, expandiéndose posteriormente a varios estados. Escapes accidentales han permitido el establecimiento de poblaciones silvestres en Tamaulipas, Nuevo León, Morelos, Jalisco, Sinaloa, San Luis Potosí y Nayarit. En 2001, *C. quadricarinatus* fue introducido en una granja acuícola en Tizate, Santiago Ixcuintla, desde donde se ha dispersado, invadiendo ambos márgenes del río Santiago. Su presencia en estos ecosistemas ha alterado los hábitats litorales, generando competencia por alimento y refugio, lo que ha desplazado a especies nativas como *Poecilia reticulata* y *Macrobrachium* spp. Además, su proliferación conlleva el riesgo de propagación de parásitos, representando una amenaza significativa para la biodiversidad. Este estudio confirma el establecimiento de *C. quadricarinatus* en dos nuevos sitios de Nayarit: la laguna de La Curva, en Xalisco, y la presa de Aguamilpa. En marzo de 2023, se llevaron a cabo muestreos en la laguna de La Curva, donde se determinó que la población actual proviene de una traslocación realizada en 2020 donde esta población fue trasladada en 2020 desde San Blas por los propios habitantes. Durante el primer muestreo, utilizando 16 trampas, se capturaron 56 especímenes con una proporción macho:hembra de 1:0.86. En el segundo muestreo, se recolectaron 51 individuos con una proporción de 0.88:1, lo que sugiere una estabilidad en la estructura poblacional. En mayo de 2023, un recorrido por la presa de Aguamilpa permitió recolectar 128 especímenes con un peso total de 7.5 kg. Los



pescadores locales vendieron los langostinos a \$100.00 MXN por kilo, con una proporción macho:hembra de 0.77:1. Testimonios de restauraneros y pescadores indican que la especie fue introducida intencionalmente en 2015 por personas provenientes de Vallarta, Jalisco, lo que evidencia un patrón de introducción deliberada en distintos cuerpos de agua. Debido a su alta capacidad de colonización y adaptación, *C. quadricarinatus* representa una grave amenaza para los ecosistemas acuáticos de Nayarit. Su presencia puede alterar significativamente la biodiversidad local, desplazando especies nativas y afectando las pesquerías tradicionales. Además, su rápida reproducción y resistencia a diversas condiciones ambientales le permiten expandirse sin control, comprometiendo la estructura poblacional y las relaciones ecológicas en estos entornos.

El monitoreo continuo de estas poblaciones es esencial para evaluar su impacto y desarrollar estrategias de manejo que mitiguen su propagación, protegiendo así la fauna nativa y la sostenibilidad de los recursos acuáticos en la región.



2025-09-PAM

**El análisis de la tendencia de la biomasa de zooplancton colectada en las tres
entradas de agua marina de la laguna de Cuyutlán durante el periodo 2022 y 2023**



2025-10-PAM

Las mujeres en el sector acuícola en México

Yenitze Elizabeth Fimbres Acedo¹, Alfonso N. Maeda Martínez¹, Rodolfo Garza-Torres¹

¹Unidad Nayarit del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (UNCIBNOR). Calle Dos núm. 23, Ciudad del Conocimiento, Ciudad Industrial. 63173 Tepic, Nayarit. México. yefimbres@gmail.com

RESUMEN

La acuicultura es un sector prometedor que ha experimentado un crecimiento significativo, proporcionando más de la mitad del pescado destinado al consumo humano a nivel mundial. Esta actividad es esencial para la seguridad alimentaria, el desarrollo económico y el bienestar social en la región de América Latina y el Caribe. En México, la acuicultura genera empleo y agrega valor, pero la participación de las mujeres es limitada, representando solo el 15.5% según el último censo económico realizado por la INEGI, por debajo del estándar global del 19%. Para analizar su presencia e intervención en el sector acuícola, el proceso de investigación se dividió en tres fases: 1) Análisis de los datos recopilados en los últimos cuatro censos económicos llevados por la INEGI correspondientes a las actividades económicas de la acuicultura, 2) Revisión sistemática relacionada con la participación de las mujeres en la actividad acuícola en México en los últimos 20 años, 3) Análisis de las actividades, procesos y acciones que realiza en el sector acuícola mexicano. Entre los resultados relevantes encontramos que, en México, la presencia de la mujer solo ha aumentado 1% en los últimos quince años, su participación en el sector representa el 15.5%, lo cual muestra una diferencia importante en comparación con otros países de América Latina y el Caribe. Chile y Cuba presentan el porcentaje más alto de la región, con 27%, este porcentaje en su mayoría está representado por puestos de alta capacitación. Las mujeres participan activamente en empresas acuícolas familiares, particularmente en el cultivo de camarón, tilapia, trucha y bagre, contribuyen en diversos aspectos dentro del cultivo; el mantenimiento de las instalaciones, cosecha, procesamiento y comercialización de los productos, así como en la provisión de servicios de alimentación para los consumidores. En menor medida, ocupan posiciones estratégicas, como puestos gerenciales, de investigación y cargos de liderazgo, lo que limita su acceso a oportunidades de crecimiento y capacitación.



2025-11-PAM

Parásitos en Tilapia Reportados en México

Rodolfo Garza Torres, Alfonso N. Maeda Martínez, Yenitze E. Fimbres Acedo

Unidad Nayarit del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. (UNCIBNOR), Tepic, Nayarit, México. rgarza@cibnor.mx

RESUMEN

Las infecciones parasitarias son una amenaza importante para la acuicultura de tilapia en México, que afecta la salud de los peces y la sostenibilidad de la industria. La intensificación de las prácticas de producción ha aumentado la prevalencia de enfermedades causadas por parásitos, lo que hace que el tratamiento y la prevención sean cruciales. Entre los más prevalentes se encuentran *Cichlidogyrus* spp., *Gyrodactylus* spp., *Neobenedenia* sp. y *Trichodina* spp.

Las infecciones por *Cichlidogyrus* spp. también son prevalentes en las granjas de tilapia, particularmente *C. sclerosus* y *C. tilapiae*. En Yucatán, una encuesta indicó que todas las granjas estudiadas tenían peces infectados con *C. sclerosus*, mostrando una prevalencia general de 74%. Estas especies están muy extendidas no solo en las granjas, sino también en las poblaciones silvestres de tilapia en todo México y el mundo. Incluso en cantidades bajas, estos parásitos pueden provocar una enfermedad branquial menor caracterizada por hiperplasia, edema y descamación epitelial.

Las especies de *Gyrodactylus*, originarias de África se ha extendido por todo México, especialmente en la península de Yucatán. Este parásito infesta principalmente la piel y las aletas de los peces. Los brotes de estos parásitos pueden estar relacionados con altos niveles de amoníaco debido a las altas densidades de crías.

Las especies de *Neobenedenia* son otra amenaza parasitaria, aunque particularmente afecta la maricultura en la costa mexicana del Golfo de México, se han reportado infecciones de este parásito en el híbrido Pargo-UNAM.

Las *Trichodina* spp., causantes de la tricodiniasis, tienen una forma de disco y suelen infectar tanto a los peces de agua dulce cultivados como a los salvajes en México. Las medidas de control efectivas incluyen el uso de baños de cloruro de sodio y formalina, y estos parásitos se han encontrado en nueve de los 32 estados dedicados a la acuicultura de tilapia.

Es esencial contar con estrategias eficaces de gestión y prevención para mitigar el impacto de las enfermedades parasitarias. Estas estrategias incluyen el mantenimiento de una alta calidad del agua, la optimización de las condiciones ambientales, la reducción de las densidades de cultivo y la implementación de prácticas de manejo adecuadas para minimizar el estrés. También es fundamental evitar la introducción de nuevas cepas sin certificación sanitaria. La capacitación de los piscicultores y la participación de expertos en el desarrollo de protocolos específicos para granjas son pasos necesarios hacia la acuicultura sostenible de tilapia en México.



Conferencias Magistrales, Conferencias, Talleres, Reuniones, Paneles.



Metabolismo de carbohidratos y acumulación de lípidos en embriones bovinos cultivados in vitro, desarrollados in vivo y en sistemas combinados

José Fernando de la Torre Sánchez

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, UdeG
Jose.delatorre@academicos.udg.mx

Introducción

El desarrollo embrionario, desde las etapas de cigoto hasta blastocisto, se puede dividir en dos períodos bien definidos. Desde el cigoto hasta las primeras etapas de escisión (embriones de 8 a 16 células), donde los embriones tienen baja tasa metabólica y dependen de transcriptomas del óvulo; y las fases posteriores de compactación y blastulación, donde la activación del genoma embrionario, hace que los embriones se vuelvan mucho más activos, con un mayor metabolismo energético, donde la glucosa se convierte en el principal sustrato energético, y la actividad biosintética y transcripcional aumenta.¹ Otra situación se refiere a que los embriones producidos in vitro son anormales en comparación con los embriones derivados in vivo en muchos aspectos, incluidas las características morfológicas, las características ultraestructurales, los perfiles metabólicos, la expresión génica, la sensibilidad al enfriamiento y la congelación, y la competencia de desarrollo posterior a la transferencia.^{2, 3} No se sabe hasta qué punto los embriones de IVP muestran características diferentes de sus homólogos in vivo en el momento de la transición de las dos fases mencionadas, en contraste con las diferencias documentadas entre los embriones de IVP y los embriones derivados in vivo en la etapa de blástula. A pesar de que se considera que el cultivo en el oviducto ovino imita de cerca las condiciones in vivo en el tracto reproductivo de la vaca, sería arriesgado suponer que los embriones bovinos tendrán el mismo comportamiento si las condiciones in vitro se combinan con el desarrollo in vivo en la vaca. Además de ser un sistema de cultivo in vivo heterólogo, la principal preocupación es que con este diseño, tanto los embriones tempranos como los post-compactación se cultivan en oviducto, mientras que en condiciones normales se desarrollan en oviducto y útero, respectivamente. Hasta donde sabemos, no se han evaluado los efectos temporales de las condiciones de cultivo en el desarrollo embrionario bovino utilizando el oviducto y el útero de vaca para el cultivo temprano y tardío, respectivamente. Por ello, los objetivos del presente estudio son: 1) Comparar embriones bovinos derivados in vivo versus producidos in vitro en etapas de compactación y blastocisto. 2) Evaluar cómo un cambio en las condiciones de desarrollo (in vivo a in vitro y viceversa) en la etapa de compactación afecta el desarrollo del blastocisto.



Materiales y Métodos

Se realizaron dos experimentos para comparar embriones desarrollados in vivo versus embriones producidos in vitro, en dos etapas de desarrollo y evaluar cómo un cambio en las condiciones de desarrollo (vivo a vitro y viceversa) en la etapa de compactación, afecta el desarrollo de la blastula. En el experimento 1, se obtuvieron (in vivo) y se produjeron (in vitro) embriones al día 5 y al día 7. Los embriones in vitro se produjeron usando el sistema de cultivo G1/G2⁴. Se obtuvieron 16-24 embriones por grupo (~80/replica) en cuatro réplicas; Cada réplica implicó dos días de recolección con 2 días de diferencia (días 5 y 7). Dos tercios de los embriones de cada tratamiento se utilizaron para evaluaciones metabólicas, y el otro tercio se fijaron y tiñieron para el conteo de células y la estimación del contenido de lípidos. En el experimento 2, se produjeron embriones al día 7,5 en cuatro diferentes formas: vitro-vivo (VT-VI); los embriones se produjeron in vitro en el sistema G1/G2, y seleccionados al quinto día para ser transferidos a vacas receptoras sincronizadas; dos y medio días después, se realizó un lavado uterino a las vacas para recuperar los embriones previamente transferidos. Vivo vitro (VI-VT); Se superovularon e inseminaron artificialmente vacas; a los 5 días, los embriones se recuperaron por lavado uterino y se colocaron en cultivo en medio G-2 durante 2,5 días. Vitro-Vitro (VT-VT); los embriones se produjeron completamente in vitro en el sistema G1/G2; Se cultivaron en G1 y al día 5, se sacaron del cultivo y se colocaron por dos a tres horas en solución de mantenimiento (Solución Bufurada fosfatada de Dulbecco) y se regresaron al cultivo por 2,5 días más. Vivo-Vivo (VI-VI): Las vacas superovuladas, inseminadas artificialmente, fueron colectadas al día 5; Los embriones fueron transferidos a una vaca receptora sincronizada, y 2,5 días después se recuperaron los embriones. Los procedimientos usados para: La colecta y maduración in vitro de ovocitos; la fertilización in vitro y el cultivo in vitro de los embriones por distintos periodos de tiempo; la superovulación de donadoras, inseminación de donadoras, colecta de embriones y transferencia de embriones, así como la medición de la actividad metabólica de la glucosa en los embriones y las tinciones realizadas para cuantificar el número de células y el contenido de lípidos en los embriones, se hicieron conforme está descrito en De La Torre-Sanchez et al.⁵

Resultados

En el experimento 1, los embriones vitro de día 7 (D7VT) metabolizaron más glucosa que Embriones vitro de día 5 (D5VT) ($P < 0,06$); Además, los dos grupos de embriones del día 7 tenían más células que sus contrapartes del día 5 ($P < 0,01$). Los embriones D5VT tenían más gotas pequeñas de lípidos que los embriones D7VT ($P < 0,05$). Los



embriones in vivo de día 7 (D7VI) tuvieron menos gránulos lipídicos medianos ($P < 0,05$) y menos gránulos lipídicos grandes ($P < 0,01$) que D7VT. Además, D7VT tenía más lípidos que el D5VT ($P < 0,01$). En general, los embriones del día 7 tenían más lípidos que los del día 5 ($P < 0,05$). En el experimento 2, los embriones VT-VI y VI-VT metabolizaron menos glucosa que los VI-VI y embriones VT-VT ($10,7 \pm 1,6$ y $9,0 \pm 4,5$ vs $15,4 \pm 1,7$ y $19,3 \pm 2,0$ pMol/embrión/h, respectivamente $P < 0,01$). Los embriones producidos completamente in vitro (VT-VT) tuvieron una mayor producción de lactato que los embriones producidos en condiciones in vivo (VI-VI) ($P < 0,06$). No se detectaron otras diferencias en los parámetros metabólicos y el número de células por embrión entre los tratamientos. Los embriones calificados como buenos metabolizaron más glucosa ($16,6 \pm 1,18$ pMol/embrión/h) que los embriones calificados como regulares ($10,6 \pm 2,48$ pMol/embrión/h) ($P < 0,05$). Este efecto fue más pronunciado en el grupo VT-VT ($P < 0,05$ para la interacción calidad x grupo). Los grupos VT-VI, VI-VT y VT-VT tuvieron una acumulación de lípidos muy similar ($P > 0,1$). En resumen, el cambio en las condiciones de cultivo tuvo mayor efecto en el metabolismo de la glucosa que el sistema de cultivo per se (in vitro o in vivo)^{1, 6}; es decir, se notó un efecto negativo cuando el sistema fue diferente en las dos etapas del cultivo que cuando el cultivo fue todo in vivo o todo in vitro, aunque los embriones producidos in vitro tuvieron una mayor producción de lactato, considerado como una condición aberrante en el metabolismo de la glucosa en embriones en estadios post compactación.

Literatura citada

1. Gad A, Hoelker M, Besenfelder U, Havlicek V, Cinar U, Rings F, Held E, Dufort I, Sirard MA, Schellander K, Tesfaye D. Molecular mechanisms and pathways involved in bovine embryonic genome activation and their regulation by alternative in vivo and in vitro culture conditions. *Biol Reprod.* 2012 Oct 25;87(4):100.
2. Perkel KJ, Tscherner A, Merrill C, Lamarre J, Madan P. The ART of selecting the best embryo: A review of early embryonic mortality and bovine embryo viability assessment methods. *Mol Reprod Dev.* 2015 Nov;82(11):822-38.
3. Sirard MA. 40 years of bovine IVF in the new genomic selection context. *Reproduction.* 2018 Jul;156(1):R1-R7.
4. Gardner, D.K. and M. Lane, *Development of viable mammalian embryos in vitro: Evolution of sequential media.*, in *Principles of Cloning*, J. Cibelli, et al., Editors. 2002, Academic Press: San Diego, CA. p. 187-213.
5. De La Torre-Sanchez, J.F.; Gardner, D.K.; Preis, K. et al. Metabolic regulation of in-vitro-produced bovine embryos. II. Effects of phenazine ethosulfate, sodium azide and



2,4-dinitrophenol during post-compaction development on glucose metabolism and lipid accumulation. *Reproduction, Fertility and Development*, 2006, 18, 597–607

6. Sirard MA. The influence of in vitro fertilization and embryo culture on the embryo epigenetic constituents and the possible consequences in the bovine model. *J Dev Orig Health Dis*. 2017 Aug;8(4):411-417.



Uso de cromatografía de Pfeiffer como alternativa en el análisis cualitativo de suelos y compostas

Tarsicio Medina Saavedra

Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad de Guanajuato, Privada Arteaga s/n, Col. Centro, C.P. 38900, Salvatierra, Gto.

Introducción

La cromatografía de Pfeiffer es una técnica desarrollada por Ehrenfried E. Pfeiffer, un científico alemán asociado con la agricultura biodinámica.

Ehrenfried E. Pfeiffer nacido en 1899, fue un bioquímico que trabajó en la agricultura biodinámica, una práctica iniciada por Rudolf Steiner en 1924. Pfeiffer se interesó en desarrollar métodos para evaluar la calidad de los suelos y las compostas de manera sencilla y económica.

La cromatografía de Pfeiffer se basa en la cromatografía en papel circular, donde una muestra de suelo o composta se coloca en el centro de un papel filtro impregnado con un revelador, como nitrato de plata. La muestra asciende por capilaridad, formando patrones que reflejan la interacción entre minerales, materia orgánica y microorganismos.

Pfeiffer descubrió que un suelo vivo libera sustancias que contienen nitrógeno a partir del metabolismo de los microorganismos presentes en él, lo que se manifiesta en un papel de filtro especial impregnado con nitrato de plata y se obtiene en diferentes colores y formas mostrando relaciones entre las zonas expuestas en el cromatograma, con los minerales forma diferentes círculos radiales sobre papel impregnado basado en solubilidad, valencia y grado redox.

Esta técnica permite un análisis cualitativo de suelos y compostas, visualizando la salud del suelo a través de colores y patrones en el papel. Es útil para evaluar la fertilidad y equilibrio de suelos y compostas de manera rápida y económica. Se utiliza principalmente en la agricultura biodinámica para comparar diferentes prácticas agrícolas, como el manejo biodinámico versus el convencional, y para evaluar la calidad de los suelos y productos agrícolas. Utiliza la cromatografía en papel circular, permitiendo visualizar la actividad biológica, la materia orgánica y la oxigenación de los suelos y compostas.

Dentro de las características de la técnica, la cromatografía de Pfeiffer es una herramienta cualitativa que permite analizar las condiciones del suelo o de una



composta sin requerir equipamiento sofisticado, lo que la hace ideal para estudios de campo y en laboratorios con recursos limitados. Es una técnica económica, lo que facilita su implementación en proyectos de investigación y en la práctica agrícola sostenible.

Es importante la visualización de zonas en que se compone el cromatograma, se divide de tal forma que reflejan diferentes propiedades del suelo o de la composta, como aireación, los minerales, la materia orgánica y actividad enzimática. Cada zona se analiza según su color, espesor y la integración con las zonas adyacentes.

Cromatografía de Pfeiffer en la Agroecología.

El uso de la cromatografía de Pfeiffer, como una técnica cualitativa que puede ser útil en la agroecología para evaluar la salud del suelo de manera rápida y económica, el análisis de suelos y compostas es fundamental para el manejo sustentable, ya que permite optimizar la gestión del suelo, promover la salud de los cultivos y contribuir a la sostenibilidad ambiental.

Proceso de Análisis

Preparación del Papel Filtro: Se utiliza papel filtro, generalmente Whatman número 1, impregnado con una solución de nitrato de plata al 0.5% en el centro.

Aplicación de la Muestra: La muestra de suelo o composta después de haber sido secada, molida y tamizada, es disuelta en una solución de hidróxido de sodio al 1%, a esta solución se le coloca el papel impregnado con el nitrato de plata y se permite que ascienda por capilaridad, formando un patrón radial.

Interpretación del Cromatograma: El patrón resultante se analiza para determinar la salud del suelo, identificando colores, espesores y la integración entre zonas.

Ventajas y Limitaciones

Es una técnica fácil de realizar, bajo costo, útil para evaluar la salud de los suelos y compostas de manera rápida y cualitativa. Sin embargo, no proporciona resultados cuantitativos, y la interpretación puede variar según la experiencia del analista.

La cromatografía de Pfeiffer es una herramienta valiosa en la agricultura biodinámica y sostenible, permitiendo evaluar y mejorar la calidad de sus suelos de manera accesible y económica.



Uso de la cromatografía de Pfeiffer en análisis de suelos y compostas.

El análisis de tres sistemas de producción

Experiencias del uso de la cromatografía de Pfeiffer en análisis de suelos y compostas.

El análisis de tres sistemas de producción (Figura 1)

Al analizar tres sistemas de producción mediante la cromatografía de Pfeiffer se encontró que en el sistema convencional destaca la nula actividad enzimáticas por lo tanto ausencia de microbiología, efecto de los monocultivos cultivados intensivamente, suelos compactados y sin estructura (Figura 1a).

La cromatografía del cultivo de temporal se observa que el uso de fertilizantes y estiércol crudo confiere a la zona interior un color blanco irregular, los minerales no terminan de integrarse a la poca materia orgánica, lo que afecta también a la presencia de microbiología y de la actividad enzimática como resultado de suelos expuestos o erosionados (Figura 1b).

En el cromatograma de un sistema de producción orgánico se evidencia la estructura adecuada, minerales están integrados y relacionados con la adecuada presencia de materia orgánica y con buena actividad biológica manifestada por la presencia de actividad enzimática, la armonía e integración de las zonas indica un suelo sano (Figura 1c).

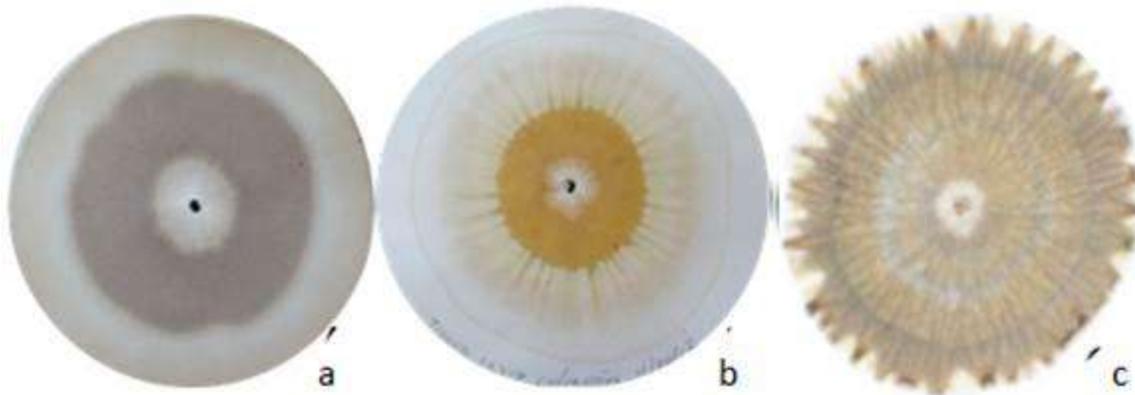


Figura 1. Cromatogramas de suelos de los sistemas: convencionales (a); de temporal (b); y orgánico (c) (Fuente propia).



El análisis de una composta durante su elaboración

El bocashi es una composta fermentada durante 15 días, buscando que la temperatura se mantenga en los primeros 5 días entre los 50 y 60 °C para favorecer un desarrollo microorganismos mesófilos.

Al analizar el proceso de elaboración mediante la cromatografía de Pfeiffer, se observa que al inicio hay abundante materia orgánica cruda y en proceso de descomposición (Figura 2a), mientras que la etapa intermedia, manifiesta materia orgánica activa, adecuada actividad microbiológica y enzimática (Figura 2b). Para el final del proceso se observa una adecuada evolución, logrando una integración de todas las zonas, lo que indica la disponibilidad de los minerales, materia orgánica en proceso de descomposición y una microbiología activa e integrada con la actividad enzimática (Figura 2c).



Figura 2. Cromatogramas de un bocashi durante su elaboración, al inicio (a), intermedio (b) y al final (c) (fuente propia).

Conclusión

De manera alternativa la cromatografía de Pfeiffer es una excelente herramienta para comprender aspectos cualitativos y estado de salud de los suelos, así como la evolución de las compostas.

Referencias

- Barahona, L.A. y Andrade, O. Y. (2023). ABI: Aplicación de cromatografía de Pfeiffer en el laboratorio de química como herramienta para el análisis de suelo de parcela. Ceiba, 56(2), P. 90–98. <https://revistas.zamorano.edu/CEIBA/article/view/1302>.
- Bischof, PL. (2017). Chromatography of Pfeiffer: Principles, method and use in perception of soils. Landbauschule Dottenfelderhof Fachschule für Biologisch-Dynamische Landwirtschaft. Annual project 2016/2017. Obtenido de:



https://www.dottenfelderhof.de/fileadmin/images/landbauschule/projektarbeiten/Projektarbeit_Livia_Pian2016-17_ingles.pdf

Domingues, S.; Boff P.; Carissimi, B. Ml. Pfeiffer's circular chromatography in soil treated with high dynamized dilutions. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 13 (7), 1183-1194. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i7.3172>.

Heifer (Fundación Heifer Ecuador) (2012). *La cromatografía aplicada a la agroecología, develar el rostro de los suelos*. Fundación Heifer Ecuador, 54 p. ISBN: 978-9942-8551-5-2

Hernández-Rodríguez, Adriana, Ochoa-Rodríguez, Brisany, Ojeda-Barrios, Dámaris, Jiménez-Castro, Jorge, Sánchez-Rosales, Rocío, Rodríguez-Roque, María Janeth, & Sánchez-Chávez, Esteban. (2021). Patrones para estimar la fertilidad del suelo mediante la técnica de cromatografía de Pfeiffer. *Terra Latinoamericana*, 39, e844. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.844>.

Kokornaczyk, O.; Primavera, P.; Luneia, R.; Baumgartner, S. y Betti L. (2017). Análisis de suelos mediante la prueba de cromatografía circular de Pfeiffer y comparación con los resultados de análisis químicos, *Biological Agriculture & Horticulture*, 33:3, 143-157. <https://doi.org/10.1080/01448765.2016.1214889>

Medina, S. T.; Arroyo F., G.; Peña C. V. (2018). "Cromatografía de Pfeiffer en el análisis de suelos de sistemas productivos". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9 (3), 665-673. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i3.1223>.

Méndez, P. (1992). *Una biografía sucinta de Rudolf Steiner*. Santiago, Chile. Epidauro editorial. <https://www.editorialrudolfsteiner.com/products/biograf-a-de-rudolf-steiner>.

Restrepo, J. R., y Pinheiro, S. (2011). "Cromatografía: imágenes de vida y destrucción del suelo". Feriva primera edición Cali Colombia.



Editoriales e Índice

Amate Editorial <https://www.amateditorial.com.mx/#/>

Abanico Académico <https://abanicoacademico.mx/>

Medios de Publicación Científica, Difusión y Divulgación

Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Editora Dra. Dora M. Sangerman-Jarquín.

Revista Ciencias Pecuarias INIFAP. Editor Dr. Arturo García.

Revista Ciencias Forestales INIFAP. Editora Dra. Marisela Zamora.

Abanico Veterinario, revista indexada y arbitraje.

Abanico Agroforestal, revista indexada y arbitraje.

Abanico Boletín Técnico, revista de difusión con arbitraje.

Abanico Boletín Mexicano, revista de divulgación.

Abanico Canal YouTube. Publicamos tu video académico. Difusión Social.

Empresas Comerciales

Quimilab, soluciones para su laboratorio. <https://quimilab.com/>

Squenda, es una empresa especialista en Software Veterinario.

<https://www.squenda.com.mx/>

Ekomilk, analizadores para detección de los parámetros y sanidad de la leche.

<https://ekomilk.us/>

Laboratorio AG S.A de C.V. Líder en Investigación, Desarrollo e Innovación en plantas, suelo, registro de plaguicidas, certificaciones. Tel. 462 1521348

ISASA. Instrumentación y Servicios Analíticos, S.A. de C. V. Dra. Teresa Ortuño Arzate.

www.isasa.com.mx Tel. 477 7119126.

Bio Ilustración, playeras bio ilustradas.



ABANICO ACADÉMICO es una empresa mexicana. Mina 262, Colonia Centro. Tepic, Nayarit, México. CP. 63000. Interior CENAYSIGLO21. Interior CENAYSIGLO XXI. Teléfono Móvil (52-311) 1221626.

<https://abanicoacademico.mx> presenta sus productos y servicios.

Abanico Veterinario, incluye animales acuáticos, revista internacional indexada (JCR, CONAHCYT). Factor de Impacto del JCR 0.4.

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico/index.php/abanico-veterinario>

Abanico Agroforestal, incluye producción animal, revista internacional indexada (DIALNET). Para 2024 ingresará al SciELO. Favor de enviar aportaciones para lograr ingresarla al index CONAHCYT.

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico/index.php/abanico-agroforestal>

Abanico Boletín Técnico (tiene DOI), revista de difusión.

<https://abanicoacademico.com/abanicoboletintecnico/index>

Abanico Canal YouTube Publicamos tu video académico. Difusión Social. Sin costo, revisar la Convocatoria para grabar videos autodidácticos en

<https://abanicoacademico.mx/convocatoria-grabar-videos/>

https://www.youtube.com/channel/UCeBpFgCGjdHzru4MWfOArmQ?view_as=subscriber

Congresos: Memorias y además se edita un libro con ISBN, DOI y Comité de Arbitraje. Participa como Conferencista, Ponente, Asistente, Moderador.

- ✓ Congreso Internacional Abanico Veterinario, Ambiental, Agroforestal, Pesquero, Acuícola y del Mar (presencial) 2025.
- ✓ Congreso Virtual Internacional Abanico Veterinario, Ambiental, Agroforestal, Pesquero, Acuícola y del Mar, es asincrónico, participa en el foro con videos casi todo el año. <https://abanicoacademico.mx/congreso/>

Red Internacional Abanico en Ciencias Veterinarias, Ambientales, Agroforestales, Pesqueras, Acuícolas y del Mar. Reunión en congreso presencial.

<http://abanicoacademico.mx/redes-de-investigacion/red-internacional-abanico-de-ciencias-veterinarias-agroforestales-pesqueras-y-acuicolas/>

Panel de Experiencias para Ingreso y Permanencia al SNI Sistema Nacional de Investigadores del CONAHCyT de México. Participa como Panelista o Asistente en congreso presencial.

Panel de Experiencias en la Acreditación de Programas Educativos de Medicina Veterinaria, Producción Animal, Ambiental, Biología, Agricultura, Forestal,



Pesquera, Acuicultura y del Mar. Participa como Panelista o Asistente en congreso presencial.

Abanico Buscador. <http://abanicoacademico.mx/abanico-buscador/>

Abanico Salud Animal Buscador <https://abanicoacademico.mx/abanico-salud-animal/>

Abanico Index, Factor Total de los Investigadores, el Factor Total de las Revistas
<https://abanicoacademico.com/index>

**Convocatorias para escribir libros impresos, publicación de libros ON LINE
Convocatoria para obtener reconocimiento por trayectoria académica-científica
Asignación de DOI a Productos Académicos Digitales**

<https://abanicoacademico.mx/>

ABACADEMIC, es una reunión anual de difusión del conocimiento ante la sociedad, donde se presentan obras originales como libros impresos y digitales, audiolibros, tesis, revistas de difusión y científicas, informes, patentes, desarrollos tecnológicos, planes de estudios, modelos educativos, técnicas, equipos, instrumentos, productos, aplicaciones digitales y softwares de las Ciencias Veterinarias, Agrícolas, Forestales, Ambientales, Pesqueras, Acuícolas y del Mar.

<https://abanicoacademico.mx/congreso/abacademic/>

CENAYSIGLO XXI. OFERTA EDUCATIVA:

Bachillerato Mixto, Licenciatura en Innovación Turística, Licenciatura en Competencias Educativas, Maestría en Competencias Educativas y Doctorado en Gestión e Innovación Educativa. Teléfono (311) 1330893, o visítanos en Mina 262, Colonia Centro. Tepic, Nayarit, México. CP. 63000. Interior CENAYSIGLO21. www.facebook.com/cenaysiglo21 www.cenaysiglo21.com
info@cenaysiglo21.com



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, agrícolas y Pecuarias



Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas

