

Congreso Internacional Abanico

VETERINARIO, AGROFORESTAL, PESQUERO y ACUICOLA®

**Memorias del V Congreso Internacional Abanico Veterinario,
Agroforestal, Pesquero y Acuícola 2023**

Compiladores: Sergio Martínez González, Fidel Ávila Ramos

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



UNIVERSIDAD
DE COLIMA





ABANICO ACADÉMICO, UNIVERSIDAD DE COLIMA y el CENTRO EDUCATIVO DE NAYARIT SIGLO XXI

a través de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UCOL

INVITAN AL

V Congreso Internacional Abanico Veterinario, Agroforestal, Pesquero y Acuícola

«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»

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

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

III Panel de Experiencias en la Acreditación de Programas Educativos de Medicina Veterinaria, Producción Animal, Biología, Agricultura, Forestal, Pesquera y Acuicultura

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

Del 22 al 25 de marzo de 2023 en la Biblioteca de Ciencias Lic. Miguel de la Madrid Hurtado-UCOL y hotel sede Hotel María Isabel, Colima, Colima, México.

Modalidad Presencial y con Transmisión sincrónica en línea privada.

Coordinador General Dr. Sergio Martínez González, Coordinador de la Sede Dr. Arturo César García Casillas y Coordinador Local. Dr. Omar Prado Rebolledo.

REGISTROS DEL CONGRESO:

En CONSERVET-CONEVET con el Código FS 006/23. En ABANICO ACADEMICO Clave Congreso 02/2023.

<https://abanicoacademico.mx/>

Domicilio de la Biblioteca Av. Gonzalo de Sandoval 444, Las Víboras, 28040 Colima, Colima. México.



Comité Organizador

- Coordinador General. Dr. Sergio Martínez González.
- Coordinador de la Sede. Dr. Arturo Cesar García Casillas.
- Coordinador Local. Dr. Omar Prado Rebolledo.
- Coordinador Área Ciencias Veterinarias. Dr. Fidel Ávila Ramos.
- Coordinador Área Pequeñas Especies y Equinos. Dr. Juan Borrayo González.
- Coordinador Área Ciencias Agroforestales. Dr. Wilberth Chan Cupul.
- Coordinador Área Ciencias Pesqueras y Acuícolas. M. C. Omar Ahumada Martínez.
- 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 del Panel de Experiencias en la Acreditación de Programas en Medicina Veterinaria, Biología, Pesquera y Agricultura. Dr. Javier Romo Rubio.
- Coordinador de Curso Taller Diseños experimentales y pruebas estadísticas. M en C. Bladimir Peña Parra.
- Coordinador de Curso Taller Tip's en la escritura y redacción de tesis, artículos científicos, libros y videos académicos. Dr. Adrián Zaragoza Bastida.

Comité Editorial, organizadores y enlaces:

- Dr. Omar Prado-Rebolledo. U de Colima.
- Dr. Javier Romo-Rubio. U A de Sinaloa.
- MC. Bladimir Peña-Parra. U A de Nayarit.
- MVZ. Miguel Román-Centeno. Uumbali. Nayarit.
- Dr. Alejandro Córdova-Izquierdo. U A Metropolitana-Xochimilco. México.
- 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. Salvador López-Díaz. CENAY. Nayarit.
- Dr. Urso Martín Dávila-Montero. U A de Querétaro.
- Dr. Carlos Carmona-Gasca. U A de Nayarit.
- Dr. Javier Munguía-Xóchihua. Instituto Tec de Sonora.
- Dr. Primitivo Iriarte-Del Hoyo. SEP-Nayarit.
- Dra. María Luisa Ramos-Ibarra. CUCBA. Universidad de Guadalajara. México.
- Dr. Marco Antonio Rivas-Jacobo. U A de San Luis Potosí.
- 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. David Sánchez-Chiprés. Universidad de Guadalajara. México.



-
- Dr. José Luis Ponce-Covarrubias. U A de Guerrero. México.
 - Dr. Antonio Hernández-Marin. U de Guanajuato.
 - Dr. José Esteban Aparicio-Burgos. U A del Estado de Hidalgo.
 - Dr. Henry Loeza-Concha. Colegio de Posgraduados, Campeche.
 - Dr. Sergio Castillo-Vargas-Machuca. U A de Nayarit.
 - Dr. Rigoberto Espino-Herrera.
 - Dra. Sandra Iliana Torres-Herrera.
 - Dra. Diana Mc-Caughey-Espinoza.
 - Dr. Pedro A Domínguez-Calleros.
 - Dr. Gilberto López Valencia. UABC.



Índice

Área Ciencias Veterinarias	8
Conferencias	
Influencia del espesor de grasa dorsal en el desempeño reproductivo de la cerda	9
Nutrición de la abeja melífera	31
Marco conceptual de la Sustentabilidad de los Recursos Naturales	32
Situación actual de la resistencia de las garrapatas del bovino y del perro a los antiparasitarios en México y el diseño de programas de control	33
Ponencias	
2023-1V Comportamiento predestete de cabritos al complementar la dieta de sus madres	39
2023-2V Curva de la producción de leche de ovejas Rambouillet en confinamiento	43
2023-3V Rentabilidad y productividad de la complementación alimenticia continua por tipo de parto en caprinos locales en pastoreo	49
2023-4V Eficacia del triclabendazol contra paramfistómidos de bovinos en el sureste de México	55
2023-5V Reproducción de microorganismos de montaña para uso en agua de bebida en sector pecuario	61
2023-6V Efecto del ácido acetilsalicílico en vacas frescas de doble propósito en condiciones tropicales	63
2023-9V Caracterización zoométrica de una población de cabras criollas en la montaña de guerrero	74
2023-11V Diagnóstico de aflatoxicosis subclínica en vacas lecheras, mediante la identificación de cambios bioquímicos	79
2023-12V Presencia de anticuerpos anti-Leptospira en animales silvestres selectos en Noreste de México	86
2023-13V Selección y consumo de plantas del matorral espinoso tamaulipeco en caprinos machos infectados con H. contortus en un experimento de cafetería.	93
2023-14V Heterogeneidad de varianzas para características de conformación en cabras lecheras de Estados Unidos de América	95
2023-15V Parámetros genéticos en características de conformación en cabras lecheras de Estados Unidos de América	100
2023-16V Manejo preventivo de parásitos en bovinos de Llera, Tamaulipas, México	106
2023-17V Evaluación in vitro del efecto de microvesículas de bacterias ácido lácticas, aisladas de Rattus norvegicus, sobre explantes de abomaso desafiados con L3 de Haemonchus contortus.	112
2023-18V Trazabilidad y calidad de la carne de res, su importancia en la salud pública. Una revisión	115
2023-19V Pulpa de café como agente larvicida sobre Haemonchus contortus resistente a benzimidazoles	116
2023-20V Evaluación de estrés en ovinos durante la matanza empleando dos métodos de insensibilización en el municipio de Capulhuac de Mirafuentes	121
2023-21V Manejo reproductivo postparto en ovejas de pelo con dispositivos intravaginales reutilizados y 'efecto macho'	128
2023-24V Fitocomplejos: una alternativa de tratamiento sobre Staphylococcus aureus asociado a mastitis bovina	132
2023-25V Identificación de parásitos gastrointestinales en bovinos de la Costa Sur de Jalisco, México	134
2023-26V Uso de ácido palmítico en la dieta de cabras lecheras para incrementar producción de leche y grasa láctea	139
2023-27V Identificación in silico de la red de interacción de factores de virulencia PLD y CP40 de Corynebacterium pseudotuberculosis aislado mexicano 2JL	144
2023-28V Resultados preliminares sobre la inestabilidad genómica de dos vacunas	151



recombinantes para tuberculosis bovina	
2023-29V Análisis económico de la pigmentación del pollo de engorda mediante extractos de cempasúchil	152
2023-30V Comparación de biopreparado vs probiótico comercial sobre los metabolitos sanguíneos en corderos en época de estiaje	153
2023-32V Importancia de la histología en la avicultura.	171

Área Pequeñas Especies y Equinos 172

Conferencias

Ponencias

2023-1PEE. Úlcera gástrica en caballos Cuarto de Milla en Zacatecas y su relación con el manejo y la práctica alimenticia	173
2023-2PEE Identificación de parásitos gastrointestinales en perros de la ciudad de Aguascalientes, México	195
2023-3-PEE Las heces de perros callejeros un problema de contaminación ambiental y de salud pública	200
2023-4PEE Infección con <i>Trypanosoma cruzi</i> en <i>Dipetalogaster maxima</i> (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) en Baja California Sur: resultados preliminares	201
2023-5PEE Estudio exploratorio de las dietas administradas a los reptiles que se encuentran en cautiverio en diversos establecimientos de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), Jalisco.	203
2023-6PEE El clavo (<i>Syzygium aromaticum</i>) como potencial tratamiento contra la leptospirosis	204
2023-7PEE Prevalencia de enteroparásitos en caninos y felinos del municipio de Tepic, Nayarit	211
2023-8PEE Validación externa por correlación de la evaluación del bienestar animal de caninos en entrenamiento	214

Área Ciencias Agroforestales 221

Conferencias

Ponencias

2023-1AF Diversidad ecogeográfica y morfológica de maíces nativos de las altas montañas de Veracruz, México	222
2023-2AF Control preventivo del cáncer bacteriano mediante la aplicación de agua electrolizada en el cultivo de tomate	224
2023-4AF Presencia de áfidos del género <i>Rhopalosiphum</i> (Hemiptera: Aphididae) en <i>Zea mays</i> (L.) y <i>Cucurbita argyrosperma</i> (Huber)	226
2023-5AF Efecto de aplicaciones de bioestimulantes en el cultivo de la fresa (<i>Fragaria vesca</i>), bajo condiciones controladas	232
2023-6AF La injertación en chupones basales en plantas de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) como método de rehabilitación	233
2023-7AF Control in vitro de enfermedades radicales con cepas nativas de <i>Trichoderma</i>	237
2023-8AF Germoplasma de higuera (<i>Ficus carica</i> L.) adaptado a la Región Lagunera	245
2023-9AF Programación lineal para la formulación de mezclas de sustratos	254
2023-10AF Caracterización física y química de sustratos de uso común en el cultivo de arándano	262
2023-11AF Captura de carbono en cafetales del ejido Cumbres de Huicicila, Compostela, Nayarit	269
2023-12AF Proyecto de Inversión para la Producción de Nopal Verdura en Moctezuma, Sonora.	276
2023-14AF Uso y conservación de las plantas medicinales en el municipio de Rosamorada, Nayarit	284
2023-15AF Evaluación de dos métodos de control de trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>) en el cultivo de frambuesa (<i>Rubus idaeus</i>) en la región Valles de Jalisco	289



2023-17AF Importancia económica de la producción de berries en México	295
2023-18AF Potencial bioenergético de Agave cupreata en cuatro localidades del estado de Guerrero	297
2023-19AF Análisis microbiológico de bioles para su uso en agricultura orgánica	298
2023-20 AF Cálculo de la potencia de la muestra.	299
2023-21 AF Elaboración de cerveza artesanal con miel de abeja.	305
2023-22 AF Efecto de la C.E y pH en la producción de jitomate (<i>Lycopersicum solanum</i>), bajo condiciones controladas en Cherán, Michoacán.	306
Área Ciencias Pesqueras y Acuícolas Conferencias	307
Ponencias	
2023-1PA	
2023-2PA Cuantificación de cortisol en mucus y aleta como alternativa menos invasiva que en muestras de sangre en juveniles de lisa (<i>Mugil cephalus</i>) caracterizados por su estilo de afrontamiento al estrés proactivo y reactivo	309
2023-3PA Ectoparásitos de pelágicos mayores y tiburones capturados en la costa de Jalisco.	319
2023-4PA Ictiofauna Marina y Lagunar-estuarina de la costa de Jalisco (Colección Ictiológica).	326
2023-5PA	
2023-6PA Microplásticos y su relación con la microbiota de organismos acuáticos	334
2023-7PA La acreditación de las licenciaturas del ámbito de las ciencias del mar en México	339
2023-8PA Tilapia culture, using a fed composed by water hyacinth and commercial feed, in order to reduce the production cost, and encourage the small-scale aquaculture in South of Sinaloa Mexico.	348
Panel	
Relatoría del Panel del “Experiencias en la Acreditación de Programas en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Biología Pesquera y Agricultura”	349



Área Ciencias Veterinarias



Influencia del espesor de grasa dorsal en el desempeño reproductivo de la cerda

Romo-Vadez J 0000-0002-0520-9968, Peralta-Gómez I 0000-0002-0874-8318, Espinoza-Aguirre L 0000-0002-7300-7364, Portillo-Loera J 0000-0002-5990-7841, Romo-Valdez A 0000-0002-9424-3235, Romo-Rubio J* 0000-0002-2364-2554

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa; Boulevard San Ángel, No. 3886, Fraccionamiento San Benito, Culiacán Rosales, Sinaloa, México, CP 80246, *romo60@uas.edu.mx

Resumen

El espesor de grasa dorsal (EGD) es un indicador de la condición corporal de las cerdas. Mantener la condición corporal óptima en las cerdas de producción alta es importante para el rendimiento y la eficiencia reproductiva, y la longevidad de éstas. Un EGD entre 17 a 22 mm al final de la gestación está asociado a un mayor tamaño de la camada y peso del lechón al nacimiento, mayor tasa de crecimiento y peso del lechón al destete, así como un menor intervalo destete a celo (IDC). Además, se asocia con un menor número y porcentaje de lechones recién nacidos con restricción del crecimiento intrauterino y con aumento lineal en la ganancia de EGD desde el destete hasta el día 109 de la siguiente gestación. Por ello, se recomienda que la cerda nulípara y multípara tenga un EGD entre 15 y 18 mm al empadre, para lograr un rendimiento reproductivo óptimo. Además este EGD, en las cerdas nulíparas, reduce la edad a la presentación del estro (200 d), respecto de aquellas con un EGD menor a 15 mm. Al respecto, se ha observado que la leptina y el factor I de crecimiento similar a la insulina (IGF-I) están estrechamente relacionadas con el EGD y la edad de presentación de la pubertad. Un bajo EGD se ha asociado con un menor tamaño y crecimiento de la camada; así como, un IDC prolongado. Por otro lado, se ha observado que las cerdas con un EGD muy alto (>26 mm) tienen camadas con menor ganancia de peso; además, la obesidad (EGD de 36 mm) tiene un impacto negativo en el desarrollo mamario, lo que potencialmente se traduce en una menor producción de leche. Se debe evitar el consumo excesivo de alimento durante la gestación temprana, ya que aumenta la mortalidad embrionaria en las primerizas y disminuye el consumo de alimento durante la lactancia. La evidencia indica que un EGD menor de 15 mm o mayor de 26 mm al final de la gestación puede afectar el desempeño reproductivo de la cerda.

Palabras clave: Espesor de grasa dorsal, Cerda, Desempeño reproductivo.



Abstract

Backfat thickness (BFT) is an indicator of body condition in sows. Maintaining optimal body condition in high-producing sows is important for performance, reproductive efficiency, and longevity. A BFT between 17 and 22 mm at the end of gestation is associated with a larger litter size and piglet weight at birth, a higher growth rate and piglet weaning weight, as well as a shorter wean-to-estrus interval (WEI). In addition, it is associated with a lower number and percentage of newborn piglets with intrauterine growth restriction and with a linear increase in BFT gain from weaning to day 109 of the following gestation. For this reason, it is recommended that the gilt and multiparous sow have a BFT between 15 and 18 mm at mating, to achieve optimal reproductive performance. In addition, this BFT, in gilts, reduces the age at the presentation of estrus (200 d), compared to those with a BFT less than 15 mm. In this regard, it has been observed that leptin and insulin-like growth factor I (IGF-I) are closely related to BFT and the age of puberty onset. Low BFT has been associated with smaller litter size and growth; as well as a prolonged WEI. On the other hand, it has been observed that sows with a very high EGD (>26 mm) have litters with lower weight gain; furthermore, obesity (36 mm EGD) has a negative impact on breast development, potentially resulting in decreased milk production. Excessive feed intake should be avoided during early gestation, as it increases embryonic mortality in gilts and decreases feed intake during lactation. Evidence indicates that an EGD less than 15 mm or greater than 26 mm at the end of gestation can affect the reproductive performance of the sow.

Keywords: Backfat thickness, Sow, Reproductive performance.

Introducción

La condición corporal de la cerda durante el ciclo reproductivo puede afectar su desempeño reproductivo. Mantener la condición corporal óptima en las cerdas de producción alta es importante para el rendimiento reproductivo, la eficiencia reproductiva y la longevidad de las cerdas (Clowes et al., 2003; Houde et al., 2010; Kim et al., 2015). El espesor de grasa dorsal (EGD) es un indicador de la condición corporal de las cerdas (Kim et al., 2013); su medición constituye un método objetivo y preciso para evaluar la condición corporal de las cerdas (Charette et al., 1996). Así también, mantener el EGD a lo largo del ciclo reproductivo es más importante que fijar este parámetro sólo en el servicio (Houde et al., 2010). Kim et al. (2016) observaron que las cerdas con 20 mm o más de EGD tuvieron lechones con mayor peso corporal, mayor tasa de crecimiento y más destetados que las cerdas con menos de 20 mm de EGD a los 107 días de gestación. Zhou et al. (2018) observaron que las cerdas con EGD entre 19 y 22 mm en el día 109 de gestación tuvieron lechones con mayor peso vivo al nacimiento y al destete que las cerdas con EGD menor de 19 mm. En un estudio



similar, [Vavrisinova et al. \(2009\)](#) observaron que en las cerdas con EGD entre 20 a 22 mm tuvieron lechones más pesados al nacimiento y a los 21 d de edad, y los lechones más pesados fueron los de las cerdas con EGD mayor a 22 mm, y un peso menor en los lechones de cerdas con EGD menor menor de 20 mm. [Kim et al. \(2015\)](#) demostraron que un EGD de 17 a 21 mm se asocia con un mayor tamaño de camada al destete.

Es importante mantener un EGD moderado en la cerda, ya que durante la última fase de gestación y durante la lactancia el consumo de alimento no es suficiente para cumplir con los requerimientos de nutrientes para el mantenimiento, el crecimiento fetal y la lactancia, lo que conduce a la movilización de grasa dorsal y proteínas de reserva ([Aherne et al., 1999](#)). Se ha observado que la pérdida excesiva de grasa dorsal y proteína corporal durante la gestación y la lactancia está asociada con un mayor porcentaje de lechones nacidos muertos ([Maes et al., 2004](#)), tamaño reducido de la camada y bajo crecimiento de la camada ([Clowes et al., 2003](#)) y IDC prolongado ([De Rensis et al., 2005](#); [Serenius et al., 2006](#)). Por otro lado, el exceso de grasa corporal al final de la gestación conduce a dificultades en el parto y más lechones nacidos muertos ([Zaleski y Hacker, 1993](#)), disgalactia posparto y mayor tasa de sacrificio de cerdas debido a dificultades de locomoción ([Dourmad et al., 2001](#)) y una mayor proporción de fetos con restricción del crecimiento intrauterino (RCIU), una menor ganancia de peso y tamaño de la camada al destete ([Kim et al., 2015](#)).

En especies domésticas como el cerdo, la restricción del crecimiento fetal se asocia con una mayor morbilidad y mortalidad perinatal, efectos negativos sobre el crecimiento posnatal, la composición corporal y la calidad de la carne ([Lekatz et al., 2010](#)). [Zhou et al. \(2018\)](#) observaron que el exceso (≥ 25 mm) en el EGD a los 109 días de gestación aumentó el número y el porcentaje de lechones nacidos con un peso menor de 800 g. [Torres-Rovira et al. \(2013\)](#) también observaron una RCIU en el 21.9% de las cerdas obesas. [Wu et al. \(2006\)](#) demostraron que la sobrenutrición materna durante la gestación perjudicó el desarrollo fetal y la supervivencia posnatal, así como un mayor número de lechones con RCIU. [Zhou et al. \(2018\)](#), observaron que un EGD entre 19 y 20 mm se asocia con un número y porcentaje más bajo en lechones recién nacidos con RCIU. El objetivo de la presente revisión fue conocer la influencia del EGD en el desempeño reproductivo de la cerda.

Composición de la grasa dorsal

En los cerdos los elementos principales de la grasa dorsal o grasa subcutánea consisten en agua, colágeno y lípidos. La composición principal de los lípidos en la grasa subcutánea es el triacilglicerol. La cantidad de grasa en el alimento y el consumo de alimento afectan la concentración de ácidos grasos en la grasa subcutánea ([Wood et](#)



al., 1989). Además, la firmeza y la cohesión del tejido graso dependen de la cantidad de ácidos grasos (Wood, 1984). Se ha observado que la grasa del lomo en las razas más delgadas tiene menos cohesión que en las razas más robustas (Warriss et al., 1990). Además, la concentración de ácidos grasos dentro de la grasa dorsal determina la calidad nutricional, a juzgar por el contenido de energía. Esto sería proporcional a la concentración de lípidos y la relación entre ácidos grasos poliinsaturados y saturados. Sin embargo, el EGD afecta menos a la concentración de ácidos grasos. También, el EGD afecta la concentración de agua, colágeno y lípidos; en la medida que la concentración de agua y colágeno disminuye sustancialmente, los lípidos aumentan. Sin embargo, el componente de la grasa dorsal en cerdos machos y hembras es un poco diferente. El de los cerdos machos se compone de más agua y colágeno, pero menos lípidos que el de las hembras (Wood et al., 1989).

Medición del espesor de la grasa dorsal

Para medir el EGD en cerdos se utilizan básicamente dos tipos de sondas: sondas de tipo óptico y de tipo ultrasónico. La sonda óptica funciona sobre la base de la reflexión de la luz entre los músculos y la profundidad de la grasa, lo que implica el valor del EGD, mientras que la sonda ultrasónica funciona según el criterio del reflejo de la onda de sonido (Pomar et al., 2002). Se ha observado que los instrumentos ultrasónicos tienen consistencia y precisión en la medición del EGD en cerdos vivos para maximizar la productividad económica (Magowan y McCann, 2006). La posición P2 (aproximadamente a 6 a 8 cm de la línea media dorsal a nivel de la última costilla) es el sitio más apropiado para evaluar la profundidad de la grasa dorsal en cerdos vivos. En general, la medición del EGD se realiza mediante ultrasonografía en modo A. Se utiliza un valor promedio de ambos lados de la posición P2 como EGD (mm) de cada cerdo (Tummaruk et al., 2009). Sin embargo, Suster et al. (2003) encontraron que la posición P2 sólo podía ser un predictor moderado del contenido de grasa en cerdos ya que la dispersión del contenido de grasa en el cuerpo del animal era considerablemente variable. No obstante, P2 es actualmente la posición más precisa para medir el EGD en cerdos (Magowan y McCann, 2006; Tummaruk et al., 2009); además, se prefiere la sonda ultrasónica para la evaluación del EGD en cerdos vivos en la posición P2.

Influencia de espesor de la grasa dorsal en la presentación de la pubertad en la cerda

En las cerdas la presentación de la pubertad se reconoce cuando ocurre el primer celo y la primera ovulación. La pubertad en primerizas está determinada por factores tanto internos (raza, peso corporal, grasa dorsal), y de manejo (nutrición, contacto con el verraco, entorno), mediados por el eje endocrino-reproductivo (Evans y O'Doherty,



2001). Además, la edad de la pubertad determina el desempeño de por vida de las cerdas; se ha observado que las primerizas que alcanzaron la pubertad tardía son desechadas primero que las que alcanzan la pubertad antes (Koketsu et al., 1999). Sin embargo, no se puede identificar con exactitud la edad de la pubertad; por lo tanto, la edad del primer estro observado se usa básicamente para definir la pubertad en las cerdas primerizas (Evans y O'Doherty, 2001; Tummaruk et al., 2009). Generalmente, las cerdas primerizas expresan la edad del primer estro observado aproximadamente a los 200 días (Tummaruk et al., 2007; Roongsitthichai et al., 2013). Se ha demostrado que las primerizas con mayor EGD alcanzan la pubertad más rápido que aquellas con menor EGD (Nelson et al., 1990). Esto indica que las nulíparas con alto contenido de grasa dorsal podrían ser servidas a más temprana edad que aquellas con menor contenido de grasa dorsal (Tummaruk et al., 2001). Además, se ha observado que las cerdas primerizas con alto EGD (17.8 mm), alimentadas *ad libitum*, alcanzan la pubertad a los 198 d de edad, mientras que aquellas con menor EGD (14.7 mm), restringidas al 80% de alimento, alcanzan la pubertad a los 203 d de edad (Rydmer, 2000); estos mismos autores indicaron que la edad a la pubertad tiene una heredabilidad ($h^2=0.30$), que es superior con respecto a otros rasgos reproductivos. Esto implica que la selección de cerdas primerizas de reemplazo con base en el EGD podría contribuir al mejor desempeño reproductivo de la pira. Además, las señales metabólicas son cruciales para el inicio de la pubertad (Barb et al., 1997). Se ha observado que algunas hormonas metabólicas están estrechamente relacionadas con la grasa dorsal y el logro de la pubertad (Rozeboom et al., 1995). La leptina y el factor I de crecimiento similar a la insulina (IGF-I) han sido reconocidos como reguladores del crecimiento y la diferenciación celular, el inicio de la pubertad y la composición corporal (Bidanel et al., 1996).

La leptina es reconocida como una de las hormonas metabólicas del tejido adiposo; importante en la homeostasis energética y el logro de la pubertad (Campfield et al., 1995). Los adipocitos son el mayor reservorio de producción de leptina, hormona proteica de 16 kDa (Barb y Kraeling, 2004). Se ha observado que la concentración sérica de leptina se eleva durante el desarrollo puberal en los cerdos (Qian et al., 1999), antes de un aumento en la hormona luteinizante (LH) y los estrógenos (Barb et al., 2000). Además, se ha observado que la concentración sérica de leptina aumenta durante la pubertad en las cerdas primerizas (Hausman et al., 2012). También, se ha observado que la leptina funciona como una señal metabólica permisiva para el inicio de la pubertad a través de la secreción de LH (Barb et al., 2005). Este fenómeno no sólo ha sido observado en cerdos, sino que también ocurrió en ratones (Chehab et al., 1997) y vaquillas (Garcia et al., 2002). En consecuencia, la leptina podría ser una señal metabólica del estado nutricional que activa el eje reproductivo. Al respecto, se



encontró que un aumento en la masa de adipocitos es proporcional a un aumento en la concentración sérica de leptina (Considine et al., 1995). Además, otro estudio demostró que la concentración sérica de leptina se relaciona positivamente con el EGD en la posición P2 ($r=0.476$) (Berg et al., 2003). Se determinó también una asociación positiva entre el nivel de ARN mensajero de leptina y el EGD en cerdos (Robert et al., 1998). Esto explica por qué que los cerdos con alto EGD alcanzan la madurez sexual antes que aquellos con bajo EGD.

Adicionalmente, se ha demostrado que el IGF-I es uno de los factores metabólicos significativos que afectan el inicio de la pubertad en los cerdos (te Pas et al., 2004). Esto implica que las primerizas con alto nivel de IGF-I alcanzan la pubertad más rápido que aquellas con bajo nivel de IGF-I. Se ha observado una relación entre el EGD, la concentración sérica de IGF-I y la edad puberal en las nulíparas. Las cerdas nulíparas con alto EGD (≥ 17.0 mm) en el día del apareamiento tuvieron un nivel sérico de IGF-I más alto (31.1 ± 1.1 vs. 26.0 ± 1.4 nmol/L, $p=0.008$) que aquellas con bajo EGD (≤ 13.5 mm) (Roongsitthichai et al., 2013). Además, las primerizas con alta concentración sérica de IGF-I alcanzaron el inicio de la pubertad más rápido que aquellas con un nivel sérico bajo de IGF-I (<153 vs. 168-180 días, $p<0.05$) (Patterson et al., 2010). También, se ha observado que no se podría producir una ovulación en los ratones hembra con mutación nula de IGF-I, incluso si se administrará gonadotropinas (Baker et al., 1996). Por el contrario, un estudio cuestionó que no se encontró asociación entre el nivel plasmático de IGF-I y la edad de la pubertad en cerdos en crecimiento (Lamberson et al., 1995). Sin embargo, en un estudio posterior, se encontró que el IGF-I, en la mayoría de las especies de mamíferos, promueve la proliferación de células de la granulosa, la producción de esteroides y el desarrollo del crecimiento de los ovocitos (Silva et al., 2009). Esta información refleja las razones por las cuales las cerdas nulíparas con alto EGD adquieren la madurez sexual antes que aquellas con bajo EGD.

Influencia del espesor de la grasa dorsal en la ciclicidad estral

No sólo las hormonas metabólicas relacionadas con la grasa dorsal afectan el eje reproductivo en los cerdos. La grasa es el reservorio de una importante hormona esteroide sexual, la progesterona (P4) (Hillbrand y Elsaesser, 1983). Debido a la propiedad lipofílica de la P4, la deposición de P4 en el tejido adiposo se ha encontrado en vacas (McCracken, 1964) y cerdos (Hillbrand y Elsaesser, 1983). Además, una alteración en la cantidad de grasa dorsal evidentemente afecta la concentración de P4 durante el ciclo estral de los cerdos. Resultados de la biopsia de grasa dorsal en cerdas primerizas, entre 2 a 5 cm de la línea media dorsal por encima del músculo longissimus dorsi, revelaron una estrecha relación entre los niveles plasmático de P4 y grasa dorsal (Hillbrand y Elsaesser, 1983). Naturalmente, el cuerpo lúteo alcanza la máxima



capacidad secretora de P4 entre los días 8 y 12 del ciclo estral (de aproximadamente 21 días) y comienza a declinar a partir del día 13 (Foxcroft y Van de Wiel, 1982); además, durante la fase lútea (día 11), la concentración de P4 almacenada en el tejido graso fue de 36 mg/100 mg de grasa dorsal, mientras que en el plasma se detectó aproximadamente 0.2 mg de P4. Esto refleja que la cantidad de P4 se almacena en el tejido adiposo casi 200 veces más en comparación con la sangre. Hillbrand y Elsaesser (1983) observaron una relación entre las concentraciones de P4 en la sangre y el EGD durante el ciclo estral. Estos autores observaron un alto almacenamiento de progesterona en la grasa dorsal (aproximadamente 0.9 ng/mg de grasa) que mostró un retraso de 2 días en la reducción de las concentraciones de P4 después de la luteólisis en comparación con las concentraciones plasmáticas; la vida media inicial de la P4 plasmática es de 2 h, mientras que el de la P4 almacenada en la grasa dorsal es de 34 h. Estas diferencias implican la importante función del tejido adiposo como un almacén para evitar el catabolismo de P4; cuya liberación por parte de las cerdas primerizas más gordas puede tener efectos potencialmente negativos en su rendimiento reproductivo posterior (Thitachot et al., 2021).

Influencia del espesor de la grasa dorsal en el tamaño de la camada al nacimiento y al destete

Los indicadores para medir el tamaño de la camada al nacimiento en las cerdas incluyen el número total de lechones nacidos por camada (TLN), el número de lechones nacidos vivos por camada (LNV), los fetos momificados por camada (FM) y los lechones nacidos muertos por camada (LNM). Generalmente, el tamaño de la camada es menor en el primer parto y es mayor durante el parto 3 a 6; posteriormente, declina continuamente de acuerdo con el aumento del número de partos (Tummaruk et al., 2000). Se ha determinado que el EGD en el primer estro observado afecta el TLN y los LNV en los tres primeros partos. Al respecto, se ha observado que las cerdas nulíparas con EGD de 13.1 a 15 mm tienen un promedio de TLN (10.6 vs. 9.4) y un número de LNV (9.8 vs. 8.8), significativamente mayores que aquellas con un EGD de 11.1 a 13 mm durante los primeros tres partos (Tummaruk et al., 2007). Además, Roongsitthichai et al. (2010) observaron que las cerdas primerizas con un EGD igual o mayor que 17.0 mm en la primera inseminación parieron 13.1 ± 0.4 LNV, mientras que aquellas con un EGD de 14 a 16.5 mm parieron 12 ± 0.4 LNV ($p < 0.05$). Filha et al. (2010) demostraron que en la primera cubrición las primerizas con un EGD de 18 a 23 mm parieron significativamente casi un LNV más que las primeras cubiertas con un EGD de 10 a 15 mm (12.9 ± 0.16 vs. 12 ± 0.16 LNV); sin embargo, no se encontró diferencia significativa en LNV entre los grupos. Cechova y Tvrdon (2006) observaron que las cerdas



primíparas con mayor EGD a los 90 kg de peso corporal lograban camadas de mayor tamaño y mayor rendimiento.

Por otro lado, aquellas cerdas con excesivo EGD (obesas) podrían parir más LNM (Roongsitthichai et al., 2010). Al respecto, se ha observado que el porcentaje mayor de LNM proviene de las cerdas primerizas con un EGD entre 18 a 23 mm en el primer servicio que el de aquellas con un EGD con 10 a 15 mm ($8.7 \pm 0.83\%$ vs. $5.5 \pm 0.61\%$) (Filha et al., 2010); además, se observó una correlación positiva entre el EGD en la primera inseminación y el peso corporal de la cerda ($r=0.21$; $p<0.05$), ésto significa que las cerdas con sobrepeso podrían estar en el mismo grupo que los cerdos con alto contenido de grasa dorsal. Debido a que el porcentaje máximo aceptable de LNM es inferior al 7% (Muirhead y Alexander, 2000), se debe tener en cuenta el porcentaje de LNM de cerdas primerizas con alto EGD. El fenómeno de un número sustancial de LNM podría deberse al problema de la obstrucción del canal de parto por la acumulación de grasa, lo que causa dificultad en el parto (Muirhead y Alexander, 2000). El exceso de EGD al final de la gestación se asoció a disgalactia posparto, dificultades de locomoción y mayor tasa de sacrificio de las cerdas (Dourmad et al., 2001). Así, aumentar la cantidad de alimento durante la gestación para alcanzar la condición corporal deseada, sin fundamento en el EGD, contribuye al estado de sobrealimentación, lo que resulta en una acumulación excesiva de grasa dorsal en las cerdas gestantes (Roongsitthichai et al., 2010). Por otro lado, la cantidad de alimento durante el período de gestación afecta la supervivencia del embrión porcino y la hormona importante para el mantenimiento de la gestación (P4); ya que, en las cerdas sobrealimentadas durante gestación se observó el 71.9% de supervivencia embrionaria y 11.8 ng/mL de P4; sin embargo, si se administraba la menor cantidad de alimento gestante, la supervivencia embrionaria fue del 82.8% y 71.9 ng/mL de P4 (Aherne y Kirkwood, 1985).

Maes et al. (2004) encontraron una asociación negativa entre el cambio porcentual en el EGD durante la lactancia y el tamaño de la camada al destete. En ese estudio, independientemente del EGD de la cerda, el tamaño de camada más bajo (10.6 LNV) se observó en las cerdas de primer parto, mientras que el más alto (12) en las cerdas de tercer parto. En un estudio similar, Cechova y Tvrdon (2006) encontraron que el tamaño de camada más bajo (10.5 LNV) ocurrió en el primer parto y el tamaño de camada más alto (12.1) se observó durante el quinto parto. Kim et al. (2015) observaron que en las cerdas con un EGD muy alto (más de 25 mm), en el día 109 de gestación, los lechones tuvieron un menor aumento de peso y menor tamaño de la camada al destete que las cerdas con un EGD moderado (20 a 24 mm); sin embargo, un EGD de 17 a 21 mm se asocia con un mayor tamaño de la camada al destete; además, un aumento en el EGD en la cerda en el día 109 de gestación se asoció con un incremento lineal en la cantidad de grasa dorsal desde el destete hasta el día 109 de la siguiente



gestación. Otro estudio reveló que los LNV de cerdas primerizas con 19 mm EGD a los 110 días de gestación tuvieron una mayor tasa de crecimiento durante la lactancia (214.3 frente a 202.4 g/día, $p=0.05$), junto con un mayor peso al destete (7.43 frente a 7.03 kg, $p=0.04$), que aquellos nacidos de primerizas con 14.4 mm de EGD (Amdi et al., 2013). Estas observaciones indican que un EGD demasiado bajo o demasiado alto tiene efectos adversos en la eficiencia reproductiva de las cerdas. Por lo tanto, mantener el grosor moderado de la grasa dorsal durante todo el ciclo reproductivo de la cerda es importante para obtener una mayor eficiencia reproductiva.

Importancia de la condición corporal durante la gestación y la lactancia en el desempeño reproductivo de la cerda

Durante la última etapa de la gestación y la lactación, mantener una condición corporal óptima de las cerdas es esencial para mejorar el bienestar animal, lograr una adecuada eficiencia reproductiva y longevidad de las cerdas (Maes et al., 2004; Houde et al., 2010). La condición corporal de la cerda se puede juzgar midiendo el EGD durante varias etapas de gestación y lactancia (Charette et al., 1996). Está bien establecido que mantener un EGD y una condición corporal óptimos durante el último tercio de la gestación y la lactancia temprana es crucial para el desempeño reproductivo posterior (Tummaruk et al., 2000, 2001, 2007; Houde et al., 2010). Kim et al. (2015) observaron una asociación positiva entre el EGD en el día 109 de gestación y el EGD de la cerda al destete y la pérdida de grasa dorsal durante la lactancia. Kim et al. (2016) no observaron efectos del EGD a los 107 días de gestación sobre el consumo de alimento de las cerdas durante la lactancia, pero las pérdidas de grasa dorsal durante la lactancia fueron menores en las cerdas con menos de 20 mm de EGD que en las cerdas con 20 mm o más; sin embargo, el peso corporal, la tasa de crecimiento y el número de lechones destetados fueron mayores en las cerdas con un EGD de 20 mm o más que en las cerdas con un EGD menor de 20 mm, lo que pudiera explicar la mayor pérdida de grasa durante la lactancia en las cerdas con un EGD de 20 mm o más a los 107 d de gestación. Sin embargo, también se ha observado que las cerdas con menor EGD destetan menos lechones por camada (McKay, 1993). Whittemore et al. (1995) observaron que las cerdas con mayor EGD tuvieron mayor tamaño de camada y mayor rendimiento de camada que las cerdas con menor EGD. Por otro lado, Maes et al. (2004) observaron una asociación negativa entre el EGD y el tamaño de la camada al destete. Maes et al. (2004) y Houde et al. (2010) observaron que la pérdida de EGD en cerdas primerizas y cerdas múltiparas se producía principalmente durante la lactancia. Al respecto, se ha observado que la pérdida de grasa dorsal es proporcional al número de lechones destetados (Maes et al., 2004) y las cerdas con menor EGD destetaron menos lechones por camada (McKay, 1993). De Rensis et al. (2005) determinaron



relación positiva entre el EGD al parto y la pérdida de grasa dorsal durante la lactancia, pero los intervalos del destete al celo no estaban asociados con el EGD al parto. Se ha sugerido que para un desempeño eficiente, mantener el EGD a lo largo del ciclo reproductivo es más importante que fijar el EGD en el servicio o en la última fase de la gestación (Houde et al., 2010). Las variaciones en el consumo de alimento, el patrón de alimentación y la producción de leche entre cerdas durante la lactancia, son probablemente responsables de la variación en el EGD y las pérdidas de grasa dorsal al destete (Maes et al., 2004).

Influencia del espesor de grasa dorsal sobre el consumo de alimento durante la lactancia

La deficiencia en el consumo de alimento durante el período de lactancia resulta en una pérdida excesiva de peso corporal y dificultades para mantener la producción de leche y el crecimiento de la camada (Kim et al., 2015); sin embargo, un excesivo aumento en el EGD a los 109 días de gestación da como resultado una reducción en el consumo de alimento. Al respecto, Estienne et al. (2003) observaron, que durante la lactación las cerdas obesas consumían menos alimento en comparación con las cerdas delgadas y medianas. También, O'Grady et al. (1985) demostraron que la condición corporal al momento del parto influyó en el consumo de alimento durante la lactación, con cerdas consumiendo 4.9, 4.7 y 4.5 kg por día para cerdas flacas, gordas y muy gordas, respectivamente; además, el aumento de un milímetro de EGD en el día 109 de gestación se asoció con una reducción de 60 a 120 g de ingesta diaria de alimento; en concordancia con lo anterior, Mullan y Williams (1989) observaron que una disminución de un milímetro en el EGD en el parto se asoció con un aumento de 0.1 kg en el consumo de alimento voluntario durante la lactancia. La ingesta reducida de alimento y el mayor tamaño de camada al destete son probablemente responsables de mayores pérdidas de EGD durante la lactancia.

Se ha demostrado que el consumo excesivo de alimento durante la gestación temprana aumenta la muerte embrionaria en cerdas primerizas (Jindal et al., 1996) y disminuye el consumo de alimento durante la lactancia (Weldon et al., 1994). En general, el consumo de alimento durante la lactancia está influenciado por numerosos factores como la paridad, la temperatura ambiental y el nivel de alimentación durante la gestación, a través de la integración de señales neuronales, hormonales y de nutrientes. La leptina, una hormona secretada por las células del tejido adiposo, puede modular el apetito y el metabolismo (Barb et al., 2001); esta hormona está altamente relacionada con la masa grasa corporal y puede suprimir el consumo de alimento en el cerdo (Estienne et al., 2000). Kim et al. (2015) sugirieron que la reducción del consumo de alimento con el



aumento del EGD en el día 109 de gestación podría deberse en parte al alto nivel de leptina en las cerdas gordas.

Metabolismo de los lípidos durante la gestación: efecto de la sobrealimentación en el desarrollo placentario

Durante la gestación ocurren dos cambios principales en el metabolismo de los lípidos: la acumulación de grasa en los depósitos maternos durante los dos primeros tercios de la gestación y la inhibición de la acumulación de depósitos de grasa como resultado del aumento de la lipólisis y la movilización de lípidos durante el último tercio de gestación (Herrera y Ortega-Senovilla, 2014). La obesidad de la cerda durante la gestación da como resultado una absorción y almacenamiento reducidos de ácidos grasos junto con aumento en la lipólisis (Jarvie et al., 2010); también se promueve la acumulación de grasa ectópica en los tejidos placentarios, lo que se asocia con un ambiente placentario lipotóxico (Saben et al., 2013; 2014). Zhou et al. (2018) observaron que el aumento en el EGD a los 109 días de gestación resultó en una mayor concentración de lípidos placentarios; en este sentido se observó que la placenta de mujeres obesas contenía 50% más de lípidos que la placenta de mujeres delgadas (Saben et al., 2014). En un modelo murino de obesidad materna inducida por una dieta alta en grasas, los lípidos placentarios fueron notablemente más altos que en los controles (Qiao et al., 2015). Zhou et al. (2018) observaron una asociación negativa entre los lípidos placentarios y el peso del lechón al nacimiento, el peso de la camada al nacimiento y el peso de los lechones al destete. Por el contrario, existía una relación positiva entre el lípido placentario y el número de lechones con peso menor a 800 g; sugiriendo que las cerdas con un EGD de 25 mm o más al final de la gestación resulta en un menor rendimiento de la camada, lo que ejerce un efecto positivo sobre el número de lechones con restricción del crecimiento intrauterino (RCIU), asociado con el ambiente placentario lipotóxico. Otros estudios han demostrado que la obesidad materna aumenta los lipotóxicos en el entorno de la placenta, lo que se asocia con un aumento de la inflamación y el estrés oxidativo (Oliva et al., 2012; Saben et al., 2014) que, en consecuencia, pueden contribuir al deterioro del desarrollo y la función vascular de la placenta, así como bloqueo del transporte de nutrientes placentarios y alteración del crecimiento fetal.

Influencia de la condición corporal en el intervalo destete celo

Se sabe que una adecuada reserva de grasa puede tener un impacto favorable sobre la eficiencia del apareamiento y la fertilidad de las cerdas (Bocian et al., 2010). Se ha observado que el EGD entre 15 y 18 mm al empadre es el nivel recomendado para alcanzar un rendimiento reproductivo óptimo (Dourmad et al., 2001). Guedes y



Nogueira (2001) observaron que las cerdas de primer parto son más susceptibles a la pérdida de grasa dorsal durante la lactancia que las cerdas multíparas. Por el contrario, Esbenschade et al. (1986) no observaron cambios significativos en el EGD de las cerdas entre partos, durante el período de lactancia. Es bien sabido que las cerdas primíparas tienden a entrar en un estado catabólico al final de la gestación porque tienen altos requerimientos de energía tanto para sus fetos en desarrollo como para su propio crecimiento y desarrollo (Cole, 1990). Zak et al. (1997) observaron un IDC más prolongado para cerdas que habían aumentado el catabolismo antes del destete. Houde et al. (2010) observaron que el IDC de primer y segundo parto fue ligeramente diferente al de los del tercer parto y más (IDC de 7.04, 5.96 y 5.36 para los partos 1, 2 y 3 y más, respectivamente). El IDC con aumentos modestos puede tener un efecto significativo en el rendimiento reproductivo posterior de las cerdas; al respecto, se observó una disminución de 1.5 a 2 lechones por camada para un IDC de 7 a 10 d, en comparación con un IDC de menos de 4 d (Le Cozler et al. 1998). Houde et al. (2010) observaron que el 65% de las cerdas de primero y segundo parto que tuvieron una mayor movilización de tejido adiposo repitieron celo. Las pérdidas de peso y tejido antes del destete pueden tener gran influencia en el rendimiento reproductivo posterior (Guedes y Nogueira 2001; Thaker y Bilkei 2005). De Rensis et al. (2005) observaron que la mayor pérdida de grasa dorsal durante la lactancia se asoció con menor tasa de gestación posterior.

Influencia del espesor de la grasa dorsal en el desarrollo de la glándula mamaria

La producción de leche de las cerdas es un factor determinante en la tasa de crecimiento de los lechones lactantes. Puede verse afectada por varios factores y uno que requiere más atención es la condición corporal de las cerdas primerizas. Se sabe que el acondicionamiento de las cerdas nulíparas puede afectar el desempeño reproductivo de por vida y, por lo tanto, la longevidad (Rozeboom, 2015). Se ha sugerido lograr un EGD entre 16 y 19 mm (Tarrés et al., 2006) o entre 18 y 20 mm (Yang et al., 1989) en el primer parto para optimizar la fertilidad, productividad, supervivencia y reducir la incidencia de problemas en las patas. Un estudio longitudinal realizado en cinco partos con cerdas que mostraban un amplio rango de EGD indicó una ventaja, en términos de rendimiento de por vida, para las cerdas genéticamente más gordas (Lewis y Bunter, 2013). Sin embargo, la obesidad (EGD de 36 mm) tiene un impacto negativo en el desarrollo mamario (Head y Williams, 1991), lo que potencialmente se traduce en una menor producción de leche (Head et al., 1991). Farmer et al. (2017) sugirieron que es beneficioso para las cerdas primíparas tener un EGD entre 20 a 26 mm al final de la gestación para mostrar un desarrollo mamario óptimo y una mayor ganancia de peso corporal de la camada en la lactancia posterior;



sin embargo, el punto de corte exacto no está claro y probablemente se verá afectado por la raza. Cuando se usó un punto de corte de 18 mm de EGD para comparar los rendimientos de lactancia de las cerdas primíparas, y se usó 20 mm como punto de corte para las cerdas multíparas, no se informaron diferencias en la tasa de crecimiento de los lechones (Rekiel et al., 2015). Sin embargo, el tamaño de la muestra era pequeño (10 o 20 cerdas por grupo). Kim et al. (2015) compararon rangos pequeños de EGD en el día 109 de gestación y concluyeron que, independientemente de la paridad, la ganancia de peso de la camada aumenta en forma cuadrática con el EGD para alcanzar un punto de corte óptimo entre 17 y 21 mm, por encima del cual no hay más aumento en la ganancia de peso corporal. De hecho, las cerdas con EGD muy alto (> 25 mm) tuvieron camadas con menor ganancia de peso corporal en comparación con las cerdas con EGD de 20 a 24 mm. Farmer et al. (2017), al usar 17.6 mm como punto de corte para comparar la composición del tejido parenquimatoso, observó un mayor porcentaje de grasa y un menor porcentaje de proteína y concentraciones de ARN en cerdas con mayor EGD; sugiriendo que es favorable para las cerdas primíparas tener un mayor EGD (de 20 a 26 mm) al final de la gestación para lograr un desarrollo mamario óptimo y una mayor ganancia de peso corporal de la camada en la lactancia posterior. Los hallazgos indican que es más perjudicial para las cerdas primíparas estar demasiado delgadas que demasiado gordas al final de la gestación. En general, la información disponible indica que un EGD muy bajo (< 15 mm) o demasiado alto (> 26 mm) al final de la gestación puede conducir a una tasa de crecimiento reducida de los lechones; por lo tanto, mantener una condición corporal moderada parece ser la mejor estrategia.

Conclusiones

El espesor de grasa dorsal es un indicador de la condición corporal de las cerdas. El mejor rendimiento reproductivo, eficiencia reproductiva y longevidad de las cerdas se obtiene con un EGD entre 15 a 22 mm. Al final de la gestación es recomendable que la cerda tenga un EGD de 17 a 22 mm para asegurar el abasto energético para el crecimiento fetal y para evitar el desgaste físico durante la lactancia; un EGD entre 15 a 18 mm al momento del servicio asegura un buen desempeño reproductivo de la cerda destetada y de la cerda nulípara. En general, es recomendable mantener un EGD moderado (15-22 mm) durante el ciclo reproductivo. Es importante realizar estudios para determinar la influencia del EGD en el comportamiento reproductivo de las hembras hiperprolíficas.



Referencias bibliográficas

- AHERNE F, Foxcroft G, Pettigrew JE. 1999. Nutrition of the sow. In: Diseases of Swine. 8th edn (Eds. B. E. Straw, S. D'Allaire, W. L. Mengeling, and D. J. Taylor). Iowa State University Press, Ames, IA, USA. pp. 1029-1043. [https://en.wikisource.org/wiki/Diseases_of_Swine_\(8th_edition\)](https://en.wikisource.org/wiki/Diseases_of_Swine_(8th_edition))
- AHERNE FX, Kirkwood RN. 1985. Nutrition and sow prolificacy. J Reprod Fertil. 33 (Suppl): 169-183. <https://www.bioscioproceedings.org/bp/0012/bp0012cpr13.pdf>
- AMDI C, Giblin L, Hennessy AA, Ryan T, Stanton C, Stickland NC, Lawlor PG. 2013. Feed allowance and maternal backfat levels during gestation influence maternal cortisol levels, milk fat composition and offspring growth. J Nutr Sci. 2: 1-10. <https://doi.org/10.1017/jns.2012.20>
- BAKER J, Hardy MP, Zhou J, Bondy C, Lupu F, Bellve AR, Efstratiadis A. 1996. Effects of an Igf1 gene null mutation on mouse reproduction. Mol Endocrinol. 10(7): 903-918. <https://doi.org/10.1210/REPARAR.10.7.8813730>
- BARB CR, Hausman GJ, Czaja K. 2005. Leptin: a metabolic signal that affects the central regulation of reproduction in the pig. Domestic animal endocrinology. 29(1):186-192. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2005.02.024>
- BARB CR, Hausman GJ, Houseknecht KL. 2001. Biology of leptin in the pig. Domestic Animal Endocrinology, 21(4), 297–317. [https://doi.org/10.1016/S0739-7240\(01\)00123-0](https://doi.org/10.1016/S0739-7240(01)00123-0)
- BARB CR, Kraeling RR, Rampacek GB, Dove CR. 1997. Metabolic changes during the transition from the fed to the acute feed-deprived state in prepuberal and mature gilts. J Anim Sci. 75(3): 781-789. <https://doi.org/10.2527/1997.753781x>
- BARB CR, Kraeling RR, Rampacek GB, Estienne MJ. 2000. Current concepts of the onset of puberty in the gilt. Reproduction in Domestic Animals; 35:82–88. <https://eurekamag.com/research/003/396/003396549.php>
- BARB CR, Kraeling RR. 2004. Role of leptin in the regulation of gonadotropin secretion in farm animals. Anim Reprod Sci. 82-83: 155-167. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.04.032>
- BERG EP, McFadin EL, Maddock RR, Goodwin N, Baas TJ, Keisler DH. 2003. Serum concentrations of leptin in six genetic lines of swine and relationship with growth and carcass characteristics. J Anim Sci. 81(1): 167-171. <https://doi.org/10.2527/2003.811167x>
- BIDANEL J, Gruand J, Legault C. 1996. Genetic variability of age and weight at puberty, ovulation rate and embryo survival in gilts and relations with production traits. Genet Sel Evol. 28(1): 1-13. <https://doi.org/10.1186/1297-9686-28-1-103>
- BOCIAN M, Kapelański W, Grajewska S, Jankowiak H, Kapelańska J, Dybała J, Biegniewska M, Wiśniewska J. 2010. Effect of backfat thickness as measured at alive on



- reproductive performance traits in Polish Large White and Polish Landrace breed sows managed in Pomerania and Kujawy region. In Polish, summary in English. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*; 6(3):17-24. http://ptz.icm.edu.pl/download/2010/tom_6_3/2_Bocian.pdf
- CAMPFIELD LA, Smith FJ, Guisez Y, Devos R, Burn P. 1995. Recombinant mouse OB protein: evidence for a peripheral signal linking adiposity and central neural networks. *Science*. 269(5223): 546-549. <https://doi.org/10.1126/ciencia.7624778>
- CECHOVA M, Tvrdon Z. 2006. Relationships between backfat thickness and parameters of reproduction in the Czech Large White sows. *Archiv Tierzucht Dummerstorf*. 49 (4):363–369. <https://aab.copernicus.org/articles/49/363/2006/aab-49-363-2006.pdf>
- CHARETTE R, Bigras-Poulin M, Martineau G. 1996. Body condition evaluation in sows. *Livest. Prod. Sci.*, 46:107-115. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(96\)00022-X](https://doi.org/10.1016/0301-6226(96)00022-X)
- CHEHAB FF, Mounzih K, Lu R, Lim ME. 1997. Early onset of reproductive function in normal female mice treated with leptin. *Science*. 275(5296): 88-90. <https://doi.org/10.1126/ciencia.275.5296.88>
- CLOWES EJ, Aherne FX, Foxcroft GR, Baracos VE. 2003. Selective protein loss in lactating sows is associated with reduced litter growth and ovarian function. *J Anim. Sci*. 81:753–764. <https://doi.org/10.2527/2003.813753x>
- COLE DJA. 1990. Nutritional strategies to optimize reproduction in pigs. *J. Reprod. Fertil. Suppl*. 40:67-82. <https://www.bioscioproceedings.org/bp/0013/bp0013cpr5.pdf>
- CONSIDINE RV, Considine EL, Williams CJ, Nyce MR, Magosin SA, Bauer TL, Rosato EL, Colberg J, Caro JF. 1995. Evidence against either a premature stop codon or the absence of obese gene mRNA in human obesity. *J Clin Invest*. 95(6): 2986-2988. <https://doi.org/10.1172/JCI118007>
- DE RENSIS F, Gherpelli M, Superchi P, Kirkwood RN. 2005. Relationships between backfat depth and plasma leptin during lactation and sow reproductive performance after weaning. *Anim. Reprod. Sci*. 90:95-100. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2005.01.017>
- DOURMAD JY, Etienne M, Noblet J. 2001. Measuring backfat depth in sows to optimize feeding strategy. *Prod Anim*, 14(1), 41-50. *INRA Prod. Anim*. 14:41-50. https://www.researchgate.net/publication/279601244_Measuring_backfat_depth_in_sows_to_optimize_feeding_strategy
- ESBENSHADE KL, Britt JH, Armstrong JD, Toelle VD, Stanislaw CM. 1986. Body condition of sows across parities and relationships to reproductive performance. *J. Anim. Sci*. 62: 1187-1193. <https://doi.org/10.2527/jas1986.6251187x>



- ESTIENNE MJ, Harper AF, Barb CR, Azain MJ. 2000. Concentrations of leptin in serum and milk collected from lactating sows differing in body condition. *Domestic Animal Endocrinology*; 19(4):275–280. [https://doi.org/10.1016/S0739-7240\(00\)00082-5](https://doi.org/10.1016/S0739-7240(00)00082-5)
- ESTIENNE MJ, Harper AF, Kozink DM, Knight JW. 2003. Serum and milk concentrations of leptin in gilts fed a high- or low-energy diet during gestation. *Animal Reproduction Science*; 75:95–105. [https://doi.org/10.1016/s0378-4320\(02\)00227-0](https://doi.org/10.1016/s0378-4320(02)00227-0)
- EVANS A, O'Doherty J. 2001. Endocrine changes and management factors affecting puberty in gilts. *Livest Prod Sci.* 68(1): 1-12. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(00\)00202-5](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00202-5)
- FARMER C, Martineau JP, Méthot S, Bussièrès D. 2017. Comparative study on the relations between backfat thickness in late-pregnant gilts, mammary development and piglet growth. *Transl. Anim. Sci.*, 1:154–159. <https://doi.org/10.2527/tas2017.0018>
- FILHA WS, Bernardi ML, Wentz I, Bortolozzo FP. 2010. Reproductive performance of gilts according to growth rate and backfat thickness at mating. *Anim Reprod Sci.*, 121(1-2): 139-144. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.05.013>
- FOXCROFT G, Van de Wiel D. 1982. Endocrine control of the oestrous cycle. In: *Control of Pig Reproduction*. DJA Cole and GR Foxcroft (ed). London: Butterworth Scientific. 161-177. <https://www.elsevier.com/books/control-of-pig-reproduction/cole/978-0-408-10768-6>
- GARCIA MR, Amstalden M, Williams SW, Stanko RL, Morrison CD, Keisler DH, Nizielski SE, Williams GL. 2002. Serum leptin and its adipose gene expression during pubertal development, the estrous cycle, and different seasons in cattle. *J Anim Sci.*, 80(8): 2158-2167. <https://doi.org/10.2527/2002.8082158x>
- GUEDES RMC, Nogueira RHG. 2001. The influence of parity order and body condition and serum hormones on weaning-to-estrus interval of sows. *Animal Reproduction Science*; 67(1–2): 91-99. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(01\)00108-7](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(01)00108-7)
- HAUSMAN GJ, Barb CR, Lents CA. 2012. Leptin and reproductive function. *Biochimie.*, 94(10): 2075-2081. <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2012.02.022>
- HEAD RH, Williams IH. 1991. Mammogenesis is influenced by pregnancy nutrition. In: E. S. Batterham, editor, *Manipulating pig production III*. Australasian Pig Sci. Assoc., Werribee, VIC. p. 33. https://books.google.com.mx/books/about/Manipulating_Pig_Production_III.html?id=Dz5WAAAAYAAJ&redir_esc=y
- HEAD RH, Bruce NW, Williams IH. 1991. More cells might lead to more milk. In: E. S. Batterham, editor, *Manipulating pig production III*. Australasian Pig Sci. Assoc., Werribee, VIC. p. 76. https://books.google.com.mx/books/about/Manipulating_Pig_Production_III.html?id=Dz5WAAAAYAAJ&redir_esc=y



- HERRERA E, Ortega-Senovilla H. 2014. Lipid metabolism during pregnancy and its implications for fetal growth. *Curr. Pharm. Biotechnol.* 15:24–31. <https://doi.org/10.1385/ENDO:19:1:43>
- HILLBRAND FW, Elsaesser F. 1983. Concentrations of progesterone in the backfat of pigs during the oestrous cycle and after ovariectomy. *J Reprod Fertil.*, 69(1): 73-80. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0690073>
- HOUDE AA, Méthot S, Murphy BD, Bordignon V, Palin MF. 2010. Relationships between backfat thickness and reproductive efficiency of sows: A two-year trial involving two commercial herds fixing backfat thickness at breeding. *Can. J. Anim. Sci.* 90: 429-436. <https://cdnsiencepub.com/doi/pdf/10.4141/CJAS09115>
- JARVIE E, Hauguel-de-Mouzon S, Nelson SM, Sattar N, Catalano PM, Freeman DJ. 2010. Lipotoxicity in obese pregnancy and its potential role in adverse pregnancy outcome and obesity in the offspring. *Clin. Sci.*, 119:123–129. <https://doi.org/10.1042/CS20090640>
- JINDAL R, Cosgrove JR, Aherne FX, Foxcroft GR. 1996. Effect of nutrition on embryonal mortality in gilt: association with progesterone. *Journal of Animal Science*; 74:620–624. <https://doi.org/10.2527/1996.743620x>
- KIM JS, Yang X, Pangeni D, Baidoo SK. 2015. Relationship between backfat thickness of sows during late gestation and reproductive efficiency at different parities. *Acta. Agr. Scand. A. AN.* 65:1–8. <https://doi.org/10.1080/09064702.2015.1045932>
- KIM KH, Hosseindoust A, Ingale SL, Lee SH, Noh HS, Choi YH, Jeon SM, Kim YH, Chae BJ. 2016. Effects of gestational housing period on reproductive performance and behavior of sows. *Asian-Australas J. Anim. Sci.*, 29:142–148. <https://doi.org/10.5713/ajas.14.0973>
- KIM SW, Weaver AC, Shen YB, Zhao Y. 2013. Improving efficiency of sow productivity: nutrition and health. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 4:26. <https://doi.org/10.1186/2049-1891-4-26>
- KOKETSU Y, Takahashi H, Akachi K. 1999. Longevity, lifetime pig production and productivity, and age at first conception in a cohort of gilts observed over six years on commercial farms. *J Vet Med Sci.*, 61(9): 1001-1005. <https://doi.org/10.1292/jvms.61.1001>
- LAMBERSON W, Safranski T, Bates R, Keisler D, Matteri R. 1995. Relationships of serum insulin-like growth factor I concentrations to growth, composition, and reproductive traits of swine. *J Anim Sci.*, 73(11): 3241-3245. <https://doi.org/10.2527/1995.73113241x>
- LE COZLER Y, DAgorn JY, Lindberg JE, Aumaitre A, Dourmand S. 1998. Effect of age at first farrowing and herd management on long-term productivity of sows. *Livestock Production Science*; 53:135-142; [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(97\)00157-7](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(97)00157-7)



- LEKATZ LA, Caton JS, Taylor JB, Reynolds LP, Redmer DA, Vonnahme KA. 2010. Maternal selenium supplementation and timing of nutrient restriction in pregnant sheep: impacts on maternal endocrine status and placental characteristics. *J. Anim. Sci.* 88:955–971. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2152>
- LEWIS CRG, Bunter KL. 2013. A longitudinal study of weight and fatness in sows from selection to parity five, using random regression. *J. Anim. Sci.*, 91:4598–4610. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-6016>
- MAES DGD, Janssens GPJ, Delputte P, Lammertyn A, de Kruif A. 2004. Back fat measurements in sows from three commercial pig herds: relationship with reproductive efficiency and correlation with visual body condition scores. *Livest. Prod. Sci.*, 91:57-67. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.06.015>
- MAGOWAN E, McCann M. 2006. A comparison of pig backfat measurements using ultrasonic and optical instruments. *Livest Sci.*, 103(1): 116-123. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.02.002>
- MCCRACKEN J. 1964. Plasma progesterone concentration after removal of the corpus luteum in the cow. *Nature*. 198: 507-508. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0690073>
- MUIRHEAD M, Alexander T. 2000. A pocket guide to recognizing and treating pig infertility. In: *The Management of Infertility*. MR Muirhead and TJL Alexander (eds). Sheffield: 5M Enterprise. 43-102. <https://blackwells.co.uk/bookshop/search/isbn/9780953015030>
- MULLAN BP, Williams IH. 1989. The effect of body reserves at farrowing on the reproductive performance of first-litter sows. *Animal Production*, 48:449–457. <https://doi.org/10.1017/S0003356100040459>
- NELSON A, Mabry J, Benyshek L, Marks M. 1990. Correlated response in reproduction, growth and composition to selection in gilts for extremes in age at puberty and backfat. *Livest Prod Sci.*, 24(3): 237-247. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(90\)90004-P](https://doi.org/10.1016/0301-6226(90)90004-P)
- O'GRADY JF, Lynch PB, Kearney PA. 1985. Voluntary feed intake by lactating sows. *Livestock Production Science*; 12:355–365. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(85\)90134-4](https://doi.org/10.1016/0301-6226(85)90134-4)
- OLIVA K, Barker G, Riley C, Bailey MJ, Permezel M, Rice GE, Lappas M. 2012. The effect of pre-existing maternal obesity on the placental proteome: two-dimensional difference gel electrophoresis coupled with mass spectrometry. *J. Mol. Endocrinol.*, 48:139–149. <https://doi.org/10.1530/JME-11-0123>
- PATTERSON J, Beltranena E, Foxcroft G. 2010. The effect of gilt age at first estrus and breeding on third estrus on sow body weight changes and long-term reproductive performance. *J Anim Sci.* 88(7): 2500-2513. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1756>



- POMAR C, Fortin A, Marcoux M. 2002. Successive measurements of carcass fat and loin muscle depths at the same site with optical probes. *Can J Anim Sci.*, 82(4): 595-598. <https://doi.org/10.4141/A02-023>
- QIAN H, Barb CR, Compton MM, Hausman GJ, Azain MJ, Kraeling RR, Baile CA 1999. Leptin mRNA expression and serum leptin concentrations as influenced by age, weight, and estradiol in pigs. *Domest Anim Endocrinol.*, 16(2): 135-143. [https://doi.org/10.1016/s0739-7240\(99\)00004-1](https://doi.org/10.1016/s0739-7240(99)00004-1)
- QIAO L, Guo Z, Bosco C, Guidotti S, Wang Y, Wang M, Parast M, J. Schaack, Hay Jr. WW, Moore TR, Shao J. 2015. Maternal high-fat feeding increases placental lipoprotein lipase activity by reducing SIRT1 expression in mice. *Diabetes* 64: 3111–3120. <https://doi.org/10.2337/db14-1627>
- REKIEL A, Wiecek J, Batorska M, Kulisiewicz J, Tokarska G. 2015. Comparison of changes in fatness of sows in high pregnancy and at weaning and determination of their association with reproduction results and rearing of piglets. *J. Central European Agric.*, 16:410–422. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/16.4.1646>
- ROBERT C, Palin M-F, Coulombe N, Roberge C, Silversides FG, Benkel BF, McKay RM, Pelletier G. 1998. Backfat thickness in pigs is positively associated with leptin mRNA levels. *Can J Anim Sci.* 78(4): 473-482. <https://cdnsiencepub.com/doi/pdf/10.4141/A98-072>
- ROONGSITTHICHAJ A, Koonjaenak S, Tummaruk P. 2010. Backfat thickness at first insemination affects litter size at birth of the first parity sows. *Kasetsart J (Nat Sci)*. 44: 1128-1136. https://www.researchgate.net/publication/228467383_Backfat_Thickness_at_First_Insemination_Affects_Litter_Size_at_Birth_of_the_First_Parity_Sows
- ROONGSITTHICHAJ A, Koonjaenak S, Tummaruk P. 2013. The association among age at first observed estrus, backfat thickness, and serum insulin-like growth factor-I in replacement gilts. *Thai J Vet Med.* 43: 41-48. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=TH2016003349>
- ROZEBOOM DW, Pettigrew JE, Moser RL, Cornelius SG, el Kandelgy SM. 1995. Body composition of gilts at puberty. *J Anim Sci.* 73(9): 2524-2531. <https://doi.org/10.2527/1995.7392524x>
- ROZEBOOM DW. 2015. Conditioning of the gilt for optimal reproductive performance. In: C. Farmer, editor, *The gestating and lactating sow*. chap 1. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands. p. 13–26. https://doi.org/10.3920/978-90-8686-803-2_1
- RYDHMER L 2000. Genetics of sow reproduction, including puberty, oestrus, pregnancy, farrowing and lactation. *Livest Prod Sci.* 66(1): 1-12. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00170-0](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00170-0)



- SABEN J, Lindsey F, Zhong Y, Thakali K, Badger TM, Andres A, Gomez-Acevedo H, Shankar K. 2014. Maternal obesity is associated with a lipotoxic placental environment. *Placenta*. <https://doi.org/10.1016/j.placenta.2014.01.003>
- SABEN J, Zhong Y, Gomez-Acevedo H, Thakali KM, Borengasser SJ, Andres A, Shankar K. 2013. Early growth response protein-1 mediates lipotoxicity-associated placental inflammation: role in maternal obesity. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 305:E1–14. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00076.2013>
- SERENIUS T, Stalder KJ, Baas TJ, Mabry JW, Goodwin RN, Johnson RK, Robinson OW, Tokach M, Miller RK. 2006. National Pork Producers Council Maternal Line National Genetic Evaluation Program: A comparison of sow longevity and trait associations with sow longevity. *J. Anim. Sci.* 84:2590-2595. <https://doi.org/10.2527/jas.2005-499>
- SILVA J, Figueiredo J, Van den Hurk R. 2009. Involvement of growth hormone (GH) and insulin-like growth factor (IGF) system in ovarian folliculogenesis. *Theriogenology*; 71(8): 1193-1208. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenologia.2008.12.015>
- SULABO RC, Jacela JY, Tokach MD, Dritz SS, Goodband RD, DeRouchey JM, Nelssen JL. 2010. Effects of lactation feed intake and creep feeding on sow and piglet performance. *J. Anim. Sci.*, 88:3145–3153. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2131>
- SUSTER D, Leury B, Ostrowska E, Butler K, Kerton D, Wark J, Dunshea F. 2003. Accuracy of dual energy X-ray absorptiometry (DXA), weight and P2 back fat to predict whole body and carcass composition in pigs within and across experiments. *Livest Prod Sci.*, 84(3): 231-242. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00077-0](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00077-0)
- TARRÉS J, Tibau J, Piedrafita J, Fàbrega E, Reixach J. 2006. Factors affecting longevity in maternal Duroc swine lines. *Livest. Sci.* 100:121–131. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.08.007>
- TE PAS MF, Visscher AH, de Greef KH. 2004. Molecular genetic and physiologic background of the growth hormone–IGF-I axis in relation to breeding for growth rate and leanness in pigs. *Domest Anim Endocrinol.* 27(3): 287-301. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2004.06.003>
- THAKER MYC, Bilkei G. 2005. Lactation weight loss influences subsequent reproductive performance of sows. *Animal Reproduction Science*; 88(3):309-318. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.10.001>
- THITACHOT K, Sirinopwong V, Seemuang V, Ratchatasriprasert A, Kirkwood RN, Amin N. 2021. Influence of Backfat Thickness and the Interval from Altrenogest Withdrawal to Estrus on Reproductive Performance of Gilts. *Animals*; 11:1348. <https://doi.org/10.3390/ani11051348>
- TORRES-ROVIRA L, Tarrade A, Astiz S, Mourier E, Perez-Solana M, de la Cruz P, Gomez-Fidalgo E, Sanchez-Sanchez R, Chavatte-Palmer P, Gonzalez-Bulnes A. 2013.



Sex and breed-dependent organ development and metabolic responses in fetuses from lean and obese/leptin resistant swine. *PLoS One*; 8:e66728. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066728>

TUMMARUK P, Lundeheim N, Einarsson S, Dalin A. 2000. Factors influencing age at first mating in purebred Swedish Landrace and Swedish Yorkshire gilts. *Anim Reprod Sci.*, 63(3): 241-254. [https://doi.org/10.1016/s0378-4320\(00\)00184-6](https://doi.org/10.1016/s0378-4320(00)00184-6)

TUMMARUK P, Lundeheim N, Einarsson S, Dalin A. 2001. Effect of birth litter size, birth parity number, growth rate, backfat thickness and age at first mating of gilts on their reproductive performance as sows. *Anim Reprod Sci.*, 66(3): 225-238. [https://doi.org/10.1016/s0378-4320\(01\)00095-1](https://doi.org/10.1016/s0378-4320(01)00095-1)

TUMMARUK P, Tantasuparuk W, Techakumphu M, Kunavongkrit A 2009. The association between growth rate, body weight, backfat thickness and age at first observed oestrus in crossbred Landrace x Yorkshire gilts. *Anim Reprod Sci.*, 110(1-2): 108-122. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.01.004>

TUMMARUK P, Tantasuparuk W, Techakumphu M, Kunavongkrit A. 2007. Age, body weight and backfat thickness at first observed oestrus in crossbred Landrace x Yorkshire gilts, seasonal variations and their influence on subsequent reproductive performance. *Anim Reprod Sci.*, 99(1-2): 167-181. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2006.05.004>

VAVRISINOVA K, Bucko O, Mlynek J, Kulinova P. 2009. Live weight and growth of pigs in relation to the condition of sows. *Res. in Pig Breeding.* 3: 59–62. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CZ2010000232>

WARRISS PD, Brown SN, Franklin JG, Kestin SC. 1990. The thickness and quality of backfat in various pig breeds and their relationship to intramuscular fat and the setting of joints from the carcasses. *Meat Sci.*, 28(1): 21-29. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(90\)90017-Z](https://doi.org/10.1016/0309-1740(90)90017-Z)

WELDON WC, Lewis AJ, Louis GF, Kovar JL, Miller PS. 1994. Postpartum hypophagia in primiparous sows II. Effects of feeding level during gestation and exogenous insulin on lactation feed intake, glucose tolerance, and epinephrine-stimulated release of nonesterified fatty acids and glucose. *Journal of Animal Science*; 72:395–403. <https://doi.org/10.2527/1994.722395x>

WHITTEMORE CT, Dourmad JY, Ettiène M. 1995. Reproduction in primiparous sows Nutrition and body condition in relation to production. 46 EAAP, Praga, 301. https://www.researchgate.net/publication/299055664_Relationships_between_backfat_thickness_and_parameters_of_reproduction_in_the_Czech_Large_White_sows_short_communication#fullTextFileContent



-
- WOOD J. 1984. Fat deposition and the quality of fat tissue in meat animals. In: *Fats in Animal Nutrition*. J Wiseman (ed). London: Butterworths. 407-435. <https://www.sciencedirect.com/book/9780408108645/fats-in-animal-nutrition>
- WOOD J, Enser M, Whittington F, Moncrieff C, Kempster A. 1989. Backfat composition in pigs: differences between fat thickness groups and sexes. *Livest Prod Sci*. 22(3): 351-362. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(89\)90066-3](https://doi.org/10.1016/0301-6226(89)90066-3)
- WU G, Bazer FW, Wallace JM, Spencer TE. 2006. Board-invited review: intrauterine growth retardation: implications for the animal sciences. *J. Anim. Sci*. 84:2316–2337. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-156>
- YANG H, Eastham PR, Phillips P, Whittemore CT. 1989. Reproductive performance, body weight and body condition of breeding sows with differing body fatness at parturition, differing nutrition during lactation and differing litter size. *Anim. Prod*. 48:181–201. <https://doi.org/10.1017/S0003356100003901>
- ZAK LJ, Cosgrove JR, Aherne FX, Foxcroft GR. 1997. Pattern of feed intake and associated metabolic and endocrine changes differentially affect post-weaning fertility in primiparous sows. *J. Anim. Sci*. 75:208-216. <https://doi.org/10.2527/1997.751208x>
- ZALESKI HM, Hacker RR. 1993. Variables related to the progress of parturition and probability of stillbirth in swine. *Can. Vet. J*. 34:109-113. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1686375/>
- ZHOU Y, Xu T, Cai A, Wu Y, Wei H, Jiang S, Peng J. 2018. Excessive backfat of sows at 109 d of gestation induces lipotoxic placental environment and is associated with declining reproductive performance. *J. Anim. Sci*. 2018.96:250–257. <https://doi.org/10.1093/jas/skx041>



Nutrición de la abeja melífera

Arredondo-Castro Mauricio¹ , Gutiérrez-Arenas Diana¹ , Carmona-Gasca Carlos², Loeza-Concha Henry³ , Ángel-Hernández Arturo⁴ , Avila-Ramos Fidel¹ 

¹División Ciencias de la Vida, Universidad de Guanajuato, Programa Educativo de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México. ²Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit, Compostela, Nayarit, México. ³Colegios de Postgraduados Campus Campeche, Carretera Haltunchén-Edzná, 24450 Champotón, Camp. ⁴Universidad Politécnica Bicentenario. Carr. Silao – Romita Km. 2 San Juan de Los Durán, Silao de la Victoria, Guanajuato, México. arredondo.m@ugto.mx, diana.gutierrez@ugto.mx, carmonagasca@yahoo.com.mx, loeza.jesus@colpos.mx, aangelh@upbicentenario.edu.mx, ledifar@ugto.mx.

Resumen

La nutrición adecuada de la abeja melífera es esencial debido a la cantidad de actividades realizadas durante toda su vida. El objetivo de la investigación ha sido integrar las necesidades de las abejas relacionadas con sus funciones biológicas. Las abejas necesitan dos tipos de alimentación, una de mantenimiento y la de estímulo. Sin embargo, a través de los métodos tradicionales las abejas no reciben los nutrientes necesarios para lograr un buen desarrollo de la colonia. Estos insectos necesitan un balance adecuado de nutrimentos a través de su alimento para que larvas y pupas puedan desarrollarse de forma adecuada, a su nacimiento deben tener buen peso, proteínas que le brinden protección durante su vida y vivir el mayor tiempo posible. Con esa premisa las colonias pueden esperar la floración, polinizar cultivos, la reproducción de colmenas, reinas, zánganos y aumentar su resistencia en ambientes contaminados y limitados en diversidad de flores. Las necesidades de las abejas son carbohidratos, aminoácidos, lípidos, vitaminas, minerales y agua. Las abejas necesitan recibir estímulos proteicos para lograrlo y una forma es a través de alimentos balanceados, ricos en proteínas y aminoácidos. Un exceso de nutrientes traerá en consecuencia desperdicio, su deficiencia bajo desarrollo y el uso de ingredientes no adecuados para la finalidad correcta puede contaminar la miel evitando su adecuado comercio. Por ello, es necesario evaluar combinaciones de ingredientes, primero que les gusten a las abejas, posteriormente que les permitan un adecuado desarrollo y finalmente que puedan estar disponibles para los apicultores. Por lo tanto, es necesario realizar investigaciones sobre el tiempo que las abejas puedan vivir con alimentos artificiales e identificar los posibles efectos positivos y negativos que conlleva ese manejo. La investigación se debe presentar en Ciencias veterinarias – Ciencias de salud animal.



Marco conceptual de la Sustentabilidad de los Recursos Naturales

Rubén Cornelio Montes Pérez

Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán. Mail: mperez@correo.uady.mx

Existen numerosas definiciones de Sustentabilidad y Desarrollo Sustentable; que parten de la definición principal enunciada por el G. Bruntland (1987), la cual menciona lo siguiente: *“El Desarrollo es sustentable cuando satisface las necesidades de la presente generación sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para que satisfagan sus propias necesidades”*; sin embargo, cada nación define en su marco normativo el concepto de Sostenibilidad y Desarrollo Sostenible. En México existen dos definiciones formales, en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente se define Desarrollo Sustentable (DS) y en la Ley General de Desarrollo Social se define Sustentabilidad (S); ambas definiciones son complementarias, pero la primera –DS- expresa el enfoque operativo de la misma, que conduce a analizar y evaluar la Sustentabilidad del manejo de los Recursos Naturales, con los criterios e indicadores del carácter Ambiental, Económico y Social. Bajo este contexto el análisis integral genera múltiples enfoques de los mismos conceptos. En función de cada criterio surgen diferentes interpretaciones. En lo económico, la valoración del capital natural y funciones ecosistémicas, se aborda en dos disciplinas: Economía de los Recursos Naturales y Economía Ambiental, la otra disciplina es Economía Ecológica, ambas con métodos para abordar la valoración de manera diferente. Desde el contexto social, también surgen diferentes interpretaciones, de acuerdo al enfoque, como por ejemplo la solución a la pobreza, marginación y rezago cultural de los diferentes sectores sociales. En lo ambiental el enfoque es menos heterogéneo, puesto que la existencia del cambio climático global, la desertificación o la contaminación del agua, conduce a generar planes y estrategias para resolverlos o mitigarlos. Es necesario que nuestros estudiantes conozcan, comprendan, apliquen y evalúen la Sustentabilidad del Manejo de Recursos Naturales, porque con las adecuadas acciones de estas generaciones, existen las posibilidades de aproximarnos a la definición principal y lo planteado por los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible 2015-2030.



Situación actual de la resistencia de las garrapatas del bovino y del perro a los antiparasitarios en México y el diseño de programas de control

Rodríguez-Vivas, R.I., Flota-Burgos, G.J., Rosado-Aguilar, J.A., Trinidad-Martínez, I., Bolio-González, M.E., Gutiérrez-Ruiz, E.J.

Cuerpo Académico de Salud Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. rvivas@correo.uady.mx

Introducción

Las garrapatas *Rhipicephalus microplus* y *R. sanguineus* son de gran importancia en México, la primera especie por producir pérdidas anuales calculadas en 573.61 millones de dólares a la ganadería bovina y la segunda por causar daños a la salud y transmitir enfermedades a los perros y humanos (Rodríguez-Vivas et al., 2017a).

La garrapata *R. microplus* es el vector de *Babesia bovis*, *B. bigemina* y *Anaplasma marginale* que causan la babesiosis y anaplasmosis bovina, respectivamente. Por otra parte, la garrapata del perro *R. sanguineus* transmite *A. platys*, *Hepatozoon canis*, *Ehrlichia canis*, *E. chaffensis*, *Babesia* spp., *Borrelia burgdorferi* y *Rickettsia rickettsii* (ESCCAP, 2006).

Debido a su importancia económica y su impacto en la salud veterinaria y pública, el control de estos ectoparásitos es fundamental para mantener una producción ganadera exitosa, así como preservar la salud de las mascotas y personas. El control de las garrapatas se basa principalmente en el uso de acaricidas y debido al frecuente uso, las garrapatas han desarrollado resistencia a la mayoría de productos comerciales. Ante esta situación se han utilizado otras alternativas de control no químico que junto con los acaricidas comerciales disponibles permiten un control integrado de estos ectoparásitos (Rodríguez-Vivas et al., 2018). En el presente documento se aborda la situación actual de la resistencia de las garrapatas en el bovino y el perro a los antiparasitarios en México y las propuestas sobre el diseño de programas de control.

Control químico de las garrapatas

En las regiones ganaderas donde las garrapatas son endémicas, el control químico en el ganado bovino ha sido la estrategia más utilizada, y los principales acaricidas utilizados pertenecen a las familias de los carbamatos (CA), organofosforados (OF), piretroides sintéticos (PS), amidinas (AM), inhibidores del desarrollo (ID), lactonas macrocíclicas (LM) y las fenilpirazolonas (FZ). Los principales métodos de aplicación de estos químicos son mediante aspersion, inmersión, aplicación epicutánea (*pour on*) y vía sistémica (Rodríguez-Vivas et al., 2018).

Las garrapatas en los perros son controladas mediante el uso de CA, OF, neonicotinoides, PS, AM, oxadiazinas, ID, FZ, espinosinas y recientemente las isoxazolininas. Estos productos se usan mediante aspersion, aplicación epicutánea (*pour*



on, spot on), vía sistémica, oral y con la aplicación de collares con matrices de liberación lenta (ESCCAP, 2006).

Resistencia de las garrapatas a los acaricidas

A nivel mundial, la garrapata *R. microplus* ha desarrollado resistencia a las principales clases de acaricidas debido a su uso intensivo en décadas pasadas. En México, la resistencia a los acaricidas OF se desarrolló por primera vez en la década de los 80s, y la resistencia a los PS surgió en los años 90s del siglo pasado. El primer caso en México de resistencia de *R. microplus* al amitraz se detectó en 2001 en un rancho en el estado de Tabasco, México. Asimismo, el primer reporte de *R. microplus* resistente al fipronil fue realizado en ranchos del norte del país. Hoy en día existen reportes de resistencia al fipronil en los estados de Tabasco y Yucatán. En el 2010, se reportó por primera vez en México la presencia de poblaciones de *R. microplus* resistentes a la ivermectina en ranchos de Yucatán. En el sureste de México, se ha estudiado la resistencia de *R. microplus* a los PS, OF y amitraz en más de 400 ranchos bovinos, y se encontró que la resistencia a deltametrina, cipermetrina y flumetrina era uno de los problemas más graves en la ganadería del trópico mexicano (66 a 96 % de ranchos resistentes a los PS) (Rodríguez-Vivas et al., 2018).

Recientemente, Rodríguez-Vivas et al. (2021), realizaron un estudio en 54 ranchos de 15 Estados de México para conocer la situación de la resistencia de poblaciones de *R. microplus* a los acaricidas. Se realizaron bioensayos para conocer las dosis-respuesta a tres acaricidas y un endectocida. Se encontraron prevalencias de ranchos resistentes de 25.9%, 46.2%, 31.5% y 68.5% para el coumafos, amitraz, flumetrina e ivermectina, respectivamente. A pesar que se encontró alta prevalencia (68.5%) de ranchos con garrapatas resistentes a la ivermectina en México, la gran mayoría de los casos tuvieron un nivel bajo de resistencia (46.3%). En este mismo estudio se encontró que los ranchos sin un programa de rotación de acaricidas tuvieron 9.16 veces más de probabilidad de tener *R. microplus* resistentes al amitraz.

El primer reporte de *A. mixtum* resistente a OF en México, se realizó en 1986. En el 2010, se reportó la presencia de poblaciones de *A. mixtum* tolerante al clorpirifos, coumafos, deltametrina y diazinón. En el 2013, se estudiaron 24 poblaciones de *A. mixtum* para conocer su estatus de susceptibilidad y se encontró que el 100%, 91.7%, 12.5% y 12.5% fueron resistentes a diazinón, coumafos, clorpirifos y amitraz, respectivamente (Alonso-Díaz et al., 2013).

Rodríguez-Vivas et al. (2017b), reportaron en Yucatán, México que el 87.5% de poblaciones de *R. sanguineus* en perros fueron resistentes al amitraz y cipermetrina. El nivel de resistencia al amitraz fue bajo con índices de resistencia (IR) de 1 a 13; sin embargo, para la cipermetrina se encontró una variación entre las poblaciones de garrapatas estudiadas con IRs de 1 a 104. El primer reporte mundial y en México de *R. sanguineus* resistente a la ivermectina fue realizado por Rodríguez-Vivas et al. (2017c) cuando estudiaron 15 poblaciones de garrapatas en Yucatán. Los autores encontraron que el 66.7% de las poblaciones fueron resistentes con IRs de 1 a 30.5 y de 1 a 458.8 cuando se consideraron las concentraciones letales que matan al 50% y 99% de las poblaciones, respectivamente.



Control no químico de garrapatas

En México las alternativas de control no químicas son:

Resistencia del hospedero. Es el proceso de defensa inmunológica del hospedero para imponer limitaciones sobre el parásito en cualquier etapa de su ciclo de vida. Existen estudios donde se demuestra que las razas *Bos indicus* (>98%) son más resistentes que las razas *B. taurus* (<90%). Por este motivo, es imperante que los bovinos que se encuentran en áreas endémicas de *R. microplus* tenga parte de sangre *B. indicus* para poder ser más resistentes a este ectoparásito y expresar mejor su potencial productivo (Rodríguez-Vivas et al., 2018).

Depredadores. La depredación es un método de control natural de las garrapatas en algunos países de América Latina, EEUU y México. Este control se basa en depredadores (pequeños roedores, gallina doméstica, gallina de guinea, garzas blancas, etc.), así como por parasitoides (avispas) que de forma natural parasitan a las garrapatas (Rodríguez-Vivas et al., 2014).

Nematodos entomopatógenos. Estos nematodos (por ej. *Heterorhabditis* sp.) se encuentran en pastizales de manera natural y son capaces de invadir a las garrapatas *R. microplus* y *R. sanguineus* y causarles daño. Este tipo de control ha sido muy poco explorado (Rodríguez-Vivas et al., 2014).

Manejo de praderas. El control tradicional de larvas de garrapata *R. microplus* mediante el manejo de praderas depende de las condiciones medio ambientales, temperatura y humedad, así como de la disponibilidad de hospederos. Los pastoreos intensivos reducen la cobertura vegetal y pueden limitar la sobrevivencia de huevos y larvas, ya que se alteran los microclimas. Cuando pastorean animales que están infestados con garrapatas se recomienda un pastoreo rotacional, y evitar pastorear los potreros del día 32 al día 40 posterior a su uso, debido a las altas cargas de larvas que habrá durante ese periodo (Rodríguez-Vivas et al., 2018).

Gramíneas forrajeras. Poseen la capacidad de atrapar a las garrapatas mediante sus secreciones viscosas y vellosidades adherentes (por ej. *Melinis minutiflora* y *Andropogon gayanus*) (Rodríguez-Vivas et al., 2014).

Control biológico. Las especies de hongos que han tenido mejor éxito para el control de garrapatas en la ganadería bovina son *Metharizium anisopliae*, *Cordyceps* (= *Beauveria*) *bassiana* e *Isaria fumosoroseus* (Kaaya y Hassan, 2002). Los hongos tienen la capacidad de adherirse a la garrapata, formar sus hifas, penetrar la cutícula, colonizar y producir enzimas proteolíticas que destruyen diferentes estructuras y órganos de la garrapata. *Metharizium anisopliae* ha demostrado buenos resultados para el control de fases inmaduras y adultas de *R. microplus* y *R. sanguineus*, logrando alcanzar > 85% de eficacia en condiciones *in vitro* e *in vivo* (Ojeda-Chi et al., 2010).



Extractos de plantas y sus metabolitos secundarios con actividad acaricida. A nivel mundial y en México se ha evaluado la actividad acaricida de extractos vegetales y los metabolitos secundarios de diferentes especies de plantas contra *R. microplus* y *R. sanguineus* (resistentes y susceptibles a acaricidas) obteniendo resultados alentadores. Por ejemplo, con el extracto de tallo de *Petiveria alliacea* sobre larvas de *R. microplus* se obtuvo una mortalidad del 100%, con CL₅₀ de 3.88 mg/ml y CL₉₉ de 16.5 mg/ml. A su vez, en garrapatas adultas se reporta 86 % de mortalidad y 91 % en inhibición de la oviposición (Rosado-Aguilar et al., 2010). En el tallo de *P. alliacea* se identificaron mediante cromatografía de gases y espectrometría de masas, al benciltrisulfuro y bencildisulfuro como los compuestos mayoritarios de la fracción activa y la sinergia de ambos metabolitos presenta alta actividad acaricida (Arceo-Medina et al., 2016).

Limitar el acceso a perros a zonas infestadas. La mejor forma de prevenir la infestación de los perros es limitar el acceso a zonas con una alta densidad de garrapatas, especialmente en los periodos de mayor riesgo como otoño o primavera. Es importante inspeccionar a la mascota de manera regular después de realizar actividades al aire libre, y eliminar en lo posible, manualmente las garrapatas encontradas (ESCCAP, 2006).

Manejo del ambiente donde habitan los perros. Se debe considerar el uso de detergentes para limpiar las áreas donde habitan los perros, cortar malezas en lo posible, así como el pasto de los jardines lo más corto posible. También es recomendable el uso de acaricidas para el control ambiental de las garrapatas (por ej. PS, amitraz) y limitar el acceso de fauna silvestre en las casas y sus patios (ESCCAP, 2006).

Vacunas contra *R. microplus*. En México, se dispone actualmente de una vacuna comercial contra *R. microplus*, que tiene la ventaja de tener efecto de larga duración, no presentan complicaciones de residualidad en animales y en sus derivados, ni de contaminación ambiental, hay menor probabilidad de que se desarrolle resistencia hacia ellas y actúan sobre blancos muy específicos. La vacuna se basa en el uso del antígeno Bm86 localizado en la superficie de las células intestinales de garrapatas *R. microplus*. El mecanismo de acción consiste en la producción de inmunoglobulinas (IgG) dirigidas contra el antígeno ubicado en la superficie del intestino de la garrapata. La unión antígeno-anticuerpo ocasiona que los procesos digestivos se deterioren a causa del daño en la pared intestinal, provocando que las garrapatas presenten inanición, disminución del peso, infertilidad, baja sobrevivencia y se desprendan fácilmente del hospedador. La vacuna tiene la acción de reducir la capacidad reproductiva de la garrapata hasta en un 85%, lo que se ve reflejado en una disminución sustantiva de garrapatas en los ranchos (Lagunes-Quintanilla y Bautista-Garfias, 2020).

Manejo integrado de garrapatas

Consiste en la asociación del medio ambiente y la dinámica de población de las especies de plagas, utilizando una combinación de técnicas y métodos sustentables que sean compatibles y que mantengan niveles bajos de las poblaciones de garrapatas



que causan pérdidas económicas y afectan la salud animal (Rodríguez-Vivas et al., 2014). El objetivo principal es reducir de manera drástica la frecuencia de tratamientos acaricidas. El control integrado debe combinar métodos químicos y no químicos, por ej. utilizar acaricidas + vacuna + hongos (Rodríguez-Vivas et al., 2014, 2018). Además, es necesario que los acaricidas sean administrados en épocas/momentos/ciertos animales para reducir la presión de selección genética de resistencia y prolongar la vida útil de los acaricidas disponibles en el mercado.

Perspectivas

Las poblaciones de garrapatas *R. microplus*, *A. mixtum* y *R. sanguineus* han generado resistencia a la mayoría de los productos químicos comerciales disponibles en México, en especial la garrapata común del ganado bovino. Los ganaderos y propietarios de mascotas deberán adoptar estrategias de control integrado que sean técnica y económicamente viables y que reduzcan su dependencia por los acaricidas. La presión de selección a la que son sometidas las garrapatas en la ganadería bovina podría reducirse mediante el uso de alternativas de control, tales como promover la resistencia del hospedero (por ej. usar razas *B. indicus*, mejorar la nutrición), rotar las familias de acaricidas, uso de depredadores, control biológico, manejo de praderas, extractos de plantas y sus metabolitos secundarios con actividad acaricida, así como el uso de vacunas antigarrapatas. En los perros es necesario limitar el acceso a zonas con una alta densidad de garrapatas, el uso de acaricidas para el control ambiental, eliminar manualmente las garrapatas encontradas después de realizar actividades al aire libre y rotar el uso de familias de acaricidas y vías de administración. Todos estos manejos integrales permitirían reducir el uso de acaricidas disminuyendo la presión de selección de poblaciones de garrapatas resistentes, prolongarían la vida útil de los productos disponibles, beneficiándose la salud veterinaria y pública.

Bibliografía

Alonso-Díaz MA, Fernández-Salas A, Martínez-Ibáñez F, Osorio-Miranda J. *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae) tick populations susceptible or resistant to acaricides in the Mexican Tropics. *Vet Parasitol* 2013; 197(1–2):326-331.

Arceo-Medina GN, Rosado-Aguilar JA, Rodríguez-Vivas RI, Borges-Argaez R. Synergistic and antagonistic action of fatty acids, sulphides and stilbene against acaricide-resistant *Rhipicephalus microplus* ticks. *Vet Parasitol* 2016; 228:121-125.

ESCCAP. Guía del Consejo Europeo para el Control de las Parasitosis de los Animales de Compañía no 3 Ectoparásitos control de insectos y garrapatas que parasitan a perros y gatos. Madrid, España. 2006.

Kaaya GP, Hassan S. Entomogenous fungi as promising biopesticides for tick control. *Exp Appl Acarol* 2002; 24:913-926.



Lagunes-Quintanilla R, Bautista-Garfias CR. El control inmunológico: Una alternativa contra garrapatas del ganado bovino. *Ecos Rec Agrop* 2020; 7(1):e2263.

Ojeda-Chi MM, Rodríguez-Vivas RI, Galindo-Velasco E, Lezama-Gutierrez R. Laboratory and field evaluation of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) for the control of *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) in the Mexican tropics. *Vet Parasitol* 2010; 170:348-354.

Rodríguez-Vivas RI, Ojeda-Chi M, Trinidad-Martínez I, Bolio-González M. First report of amitraz and cypermethrin resistance in *Rhipicephalus sanguineus sensu lato* (Acari: Ixodidae) infesting dogs in Mexico. *Med Vet Entomol* 2017b; 31(1):72-77.

Rodríguez-Vivas RI, Jonsson NN, Bhushan C. Strategies for the control of *Rhipicephalus microplus* ticks in a world of conventional acaricide and macrocyclic lactone resistance. *Parasitol Res* 2018; 117(1):3-29.

Rodríguez-Vivas RI, Ojeda-Chi MM, Trinidad-Martínez I, Pérez de León AA. 2017c. First documentation of ivermectin resistance in *Rhipicephalus sanguineus sensu lato* (Acari: Ixodidae). *Vet Parasitol* 233:9-13.

Rodríguez-Vivas RI, Ramírez España E, Lozano Blanco I, Ojeda-Chi MM, Trinidad-Martínez I, Torres Islas JA, Bhushan C. 2021. Monitoring the resistance of *Rhipicephalus microplus* to amitraz, flumethrin, coumaphos, and ivermectin on cattle farms in Mexico. *Vet Parasitol: Reg Stud Rep* 2021; 26(1):1-4.

Rodríguez-Vivas RI, Rosado-Aguilar JA, Ojeda-Chi MM, Pérez-Cogollo LC, Trinidad-Martínez I, Bolio-González ME. Control integrado de garrapatas en la ganadería bovina. *Ecosist Rec Agrop* 2014; 1(3):295-308.

Rodríguez-Vivas R, Grisi L, Pérez de León A, Humberto Silva H, Torres-Acosta J, Fragoso H, Romero D, Rosario R, Saldierna F, García D. Potential economic impact assessment for cattle parasites in Mexico. *Review. Rev Mex Cienc Pec* 2017; 8:61-74.

Rosado-Aguilar JA, Aguilar-Caballero A, Rodríguez-Vivas RI, Borges-Argaez R, García Vázquez Z, Méndez-Gonzalez M. Acaricidal activity of extracts from *Petiveria alliacea* (Phytolaccaceae) against the cattle tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: ixodidae). *Vet Parasitol* 2010; 168:299-303.



Clave 2023-1V

Comportamiento predestete de cabritos al complementar la dieta de sus madres

Prewaning performance of goat kids when supplementing their doe's diet

Torres-Hernández, Glafiro^{1*} (glathe@colpos.mx), Maldonado-Jáquez, Jorge Alonso^{1,2} (maldonado.jorge@colpos.mx), Granados-Rivera, Lorenzo Danilo³ (granados.lorenzo@colpos.mx), Hernández-Mendo, Omar¹ (ohmendo@colpos.mx), Gallegos-Sánchez, Jaime¹ (gallegos@colpos.mx), Mora-Flores, José Saturnino¹ (saturmf@colpos.mx)

¹Colegio de Postgraduados- Campus Montecillo. 56264. Montecillo, Edo. de México. ²INIFAP- Campo Experimental La Laguna. 27440. Matamoros, Coahuila. ³INIFAP- Campo Experimental General Terán. 67400. General Terán, N.L. *Autor responsable: glathe@colpos.mx

Antecedentes

Se sabe que la desnutrición materna durante la gestación puede alterar la programación fetal y afectar el desarrollo de la cría, pudiendo no mostrar un claro efecto hasta después del nacimiento e, incluso, hasta que se alcanza la madurez sexual (Gallegos-Sánchez *et al.*, 2016). Por ello, un bajo aporte nutricional en estas etapas puede tener efectos negativos en el comportamiento productivo y en consecuencia en la progenie (Celi *et al.*, 2008), debido a una menor vitalidad o vigor de las crías nacidas, lo que se traduce en incremento de la mortalidad y baja tasa de crecimiento (Sunarso *et al.*, 2018). Por lo anterior, si se busca alcanzar el mayor potencial en el desarrollo de los cabritos, es necesario mejorar la nutrición de sus madres durante la gestación, por lo que deben de adoptarse estrategias de alimentación complementaria (Maldonado-Jáquez *et al.*, 2017).

Justificación

La producción de caprinos en zonas áridas y semi-áridas tiene bastantes limitantes, debido principalmente a la escasez de alimentos en el agostadero, lo que a su vez se origina por la poca abundancia de lluvias, pues la precipitación pluvial anual es de 240 mm (García, 204). Lo anterior tiene repercusión tanto en la alimentación de la madre como de las crías, ya que las madres por un lado tienen que satisfacer sus necesidades de mantenimiento, pero, por otra parte, tienen que proporcionar leche a sus crías durante el periodo de lactancia. Por lo anterior, se debería de ofrecer en esa etapa un complemento protéico y energético (Kawas *et al.*, 2010), para asegurar un desempeño productivo eficiente, tanto en las madres como en las crías.

Objetivo

Evaluar el comportamiento productivo de cabritos al ofrecer un complemento alimenticio a sus madres en el último tercio de la gestación y lactancia temprana bajo condiciones de pastoreo extensivo en el norte de México.

Metodología

El estudio se llevó a cabo en la región conocida como Comarca Lagunera, en Coahuila, México. Se utilizaron 24 cabras locales, distribuidas en dos grupos bajo un diseño de bloques completos al azar: 1) grupo testigo (GT; n=12), peso vivo (PV, 38.5±4.8 kg),



1.9±0.2 de condición corporal (CC), 2.1±0.9 partos/cabra y 104±6 días de gestación, alimentado exclusivamente bajo pastoreo; 2) grupo complementado (GC; n=12), PV 38.3±6.6 kg, 1.8±0.3 CC, 2.2±1.2 partos/cabra y 104±5 días de gestación, que recibió una complementación alimenticia consistente en un alimento integral (Maldonado-Jáquez *et al.*, 2017) basado en grano de maíz (17.1%), grano de sorgo (17.1%), salvado de trigo (9.0%), pasta de soya (9.0%), urea (1.2%) melaza (4.8%), rastrojo de maíz (8.0%), heno de alfalfa (32.0%) y premezcla de vitaminas y minerales (1.8%), a razón de 1.5% del PV del animal 45 días previos al parto y durante toda la lactancia. El manejo de los animales se realizó con 9 h de pastoreo con dos ofrecimientos de agua y por la tarde regresaban a corrales de descanso en donde se ofreció el complemento al GC. Al momento del parto se midieron el sexo y peso al nacimiento (PN) de los cabritos. En las madres se midió producción de leche (PL) 7 días después del parto, para asegurar un consumo adecuado de calostro por parte de las crías, y de manera semanal entre las 6:00 y 8:00 h. La PL se registró por medio de la técnica pesaje-amamantamiento-pesaje de la cría (Fernández *et al.*, 2013), en donde las crías se separaron de su madre la tarde previa al pesaje, alrededor de las 20:00 h y el día de control las crías eran pesadas en ayunas y puestas con sus madres para amamantarse, una vez que terminaban de nuevo se pesaban y la PL se determinó por diferencia en el peso de las crías. La PL, PN y PV de las crías se registraron en gramos (g) utilizando una báscula electrónica con capacidad de 45 kg ± 5 g. Al final del experimento se registró PV a venta (PVA; que se consideró como el día en que las crías fueron destetadas o vendidas al alcanzar el peso requerido por el mercado), se calculó la edad a venta (EVA; calculada como los días transcurridos entre el día de nacimiento y el día de venta), se determinó la ganancia diaria de peso (GDP) en los cabritos, calculado de la sustracción de PN de PVA y dividiendo entre los días de prueba. Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS v9.4. Para las variables PL y GDP se utilizó un modelo de medidas repetidas, mientras que PN, PVA y EVA se analizaron bajo un diseño de bloques completos al azar con el procedimiento GLM bajo el modelo: $Y_{ijkl} = \mu + R_{i(j)} + T_j + SX_k + E_{ijkl}$, donde: Y_{ijkl} : variable considerada (PL, PN, PVA, EVA, GDP); μ : constante que caracteriza la población; R_i : efecto fijo del i -ésimo animal dentro de tratamiento ($i=1,2,3\dots n$), T_j : efecto fijo del j -ésimo tratamiento ($j=1,2$); SX_k : Efecto fijo del k -ésimo sexo de la cría ($k=1, 2$); E_{ijkl} : error aleatorio, el cual se supuso normalmente distribuido, con media cero y varianza común.

Resultados

Se encontraron diferencias ($p<0.05$) en las variables PL, PVA, EVA y GDP entre tratamientos y en las variables PVA y GDP entre sexo de los cabritos. No se encontraron efectos de interacción ni diferencias ($p>0.05$) para PN entre tratamientos, ni para PN y EVA entre sexo (Cuadro 1).

Discusión

La diferencia en PN pudo estar asociada a un estado de subnutrición durante las etapas tempranas de la gestación, debido a que en el área en donde se desarrolló el estudio la cantidad y calidad de forraje en el agostadero es baja, lo cual tiene como consecuencia que los animales no ingieran una cantidad de nutrientes suficiente para tener una gestación adecuada (Flores-Nájera *et al.*, 2021). Por lo tanto, la complementación



ofrecida a las madres hacia el final de la gestación no fue suficiente para asegurar un crecimiento que se reflejara en un incremento del PN de las crías, pero si suficiente para asegurar un mejor comportamiento productivo de las madres. Esto, ya que un aporte elevado de nutrientes durante la mitad-final de la gestación mejora el comportamiento al inicio de la lactancia en las madres, lo cual está estrechamente relacionado con la GDP de las crías (Anduaem *et al.*, 2016).

Cuadro 1. Comportamiento productivo predestete de cabritos según tratamiento y sexo al ofrecer un complemento alimenticio a sus madres.

De acuerdo a tratamiento:			
Variable	GC	GT	p-value
PL (kg)	0.870±0.04a	0.710±0.04b	0.0004
PN (kg)	3.2±0.1	2.9±0.1	0.1253
PVA (kg)	9.6±0.2a	8.7±0.3b	0.0122
EV (días)	41.8±1.6a	48.5±1.8b	0.0110
GDP (kg)	0.159±0.01a	0.122±0.01b	0.0016

De acuerdo a sexo:			
Variable	Machos	Hembras	p-value
PN (kg)	3.1±0.1	3.0±0.1	0.6838
PVA (kg)	9.6±0.2a	8.7±0.2b	0.0191
EV (días)	45.6±1.7	43.6±1.6	0.3484
GDP (kg)	0.153±0.01a	0.131±0.01b	0.0268

Literales diferentes entre hileras indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

Con respecto al comportamiento debido al sexo de los cabritos, los resultados coinciden con otros reportes que señalan que cabritos multicolor croatas presentan GDP's de alrededor de 160 g, cuando tienen un PN de alrededor de 3.0 kg (Mioč *et al.*, 2011). Asimismo, el comportamiento observado en machos fue como se esperaba, y esto se debe en gran medida a que la hormona del crecimiento influye en una mayor tasa de crecimiento (Patel *et al.*, 2019). Lo anterior demuestra el potencial de los cabritos locales del norte de México para ganar peso una vez que las condiciones de manejo son mejoradas, en específico, cuando se mejora la nutrición de las madres en la última etapa de la gestación e inicios de la lactancia.

Conclusión

Se concluye que la complementación alimenticia durante la lactancia del orden de 1.5% del peso vivo en cabras locales en pastoreo en el norte de México no modifica el peso al nacimiento en las crías, pero si mejora su comportamiento productivo en términos de producción de leche, lo cual influye positivamente en el desarrollo predestete de las crías.



Fuente financiadora: fondos fiscales INIFAP, proyecto CIRNOC-INIFAP-12363534874

Bibliografía

- Andualem D, Negesse T, Tolera A. (2016). Milk yield and comparison of grazing Arsi-Bale does supplemented with dried stinging Nettle (*Urtica simensis*) leaf meal and growth rate of their suckling kids. *Advances in Biological Research*. 10(3): 191-199. DOI: 10.5829/idosi.abr.2016.10.3.102187
- Celi P, Di Trana A, Claps S. (2008). Effects of perinatal nutrition on lactational performance, metabolic and hormonal profiles of dairy goats and respective kids. *Small Ruminant Research*. 79:129-136. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2008.07.010>
- Fernández N, Balasch S, Pérez I, Rodríguez M, Peris C. (2013). Milk yield estimation during suckling using the double oxytocin injection-milking and the double weighing–suckling methods in dairy goats. *Small Ruminant Research*. 112(1-3):181–185. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.12.023>
- Flores-Nájera MJ, Cuevas-Reyes V, Vázquez-García JM, Beltrán-López S, Meza-Herrera CA, Mellado M, Negrete-Sánchez LO, Rivas-Jacobo MA, Rosales-Nieto CA. (2021). Milk yield and composition of mixed-breed goats on rangeland during the dry season and the effect on the growth of their progeny. *Biology*. 10, 220. <https://doi.org/10.3390/biology10030220>
- Gallegos-Sánchez J, Sánchez del Real C, Arellano-Ledezma T, Hernández-Marín JA, Sosa-Pérez G, Pérez-Ruiz E. (2016). Alimentación dirigida para mejorar la eficiencia reproductiva de los ovinos. In: 8 Congreso Internacional del Borrego y la Cabra; Pachuca, Hidalgo, México. Pp. 2-12.
- García, E. (2004). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Quinta Edición. Instituto de Geografía. UNAM. México.
- Maldonado-Jáquez JA, Granados-Rivera LD, Hernández-Mendo O, Pastor-López FJ, Isidro-Requejo LM, Salinas-González H, Torres-Hernández G. (2017). Use of total mixed ration as a supplement in grazing local goats: Milk production response and chemical composition. *Nova Scientia*. 9(1): 55-75. DOI: [10.21640/ns.v9i18.728](https://doi.org/10.21640/ns.v9i18.728)
- Mioč B, Sušić V, Antunović Z, Prpić Z, Vnučec I, Kasap A. (2011). Study of birth weight and pre-weaning growth of Croatian multicolored goat kids. *Veterinarski Archiv* 2011; 81(3): 339-347
- Patel JV, Srivastava AK, Chauhan HD, Gupta JP, Gami YM, Patel VK, Madhavatar MP, Thakkar NK. (2019). Factors affecting birth weight of Mehsana goat kid at organized farm. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 8(3):1963-1967. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.803.000>
- Sunarso M, Christiyano M, Nuswantara LK. (2018). Feeding of total mixed ration on the productive Holstein cross-grade cattle. *IOP Conference, Series: Earth and Environmental Science*. 119: 1-5. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/119/1/012024>



Clave 2023-2V

Curva de la producción de leche de ovejas Rambouillet en confinamiento

Castillo Hernández, Gabriela¹ (castillo.gabriela@colpos.mx), Torres Hernández, Glafiro¹ (glatohe@colpos.mx), Hernández Mendo, Omar¹ (ohmendo@colpos.mx), Mendoza Pedroza, Sergio Ibán¹ (sergiomp@colpos.mx), Alcántara Carbajal, José Luis¹ (jalcant@colpos.mx)

¹Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. 56264, Montecillo, Estado de México, México.

Autora de correspondencia: castillo.gabriela@colpos.mx

Antecedentes

Los estudios de la curva de producción de leche (CPL) en ovejas en México, y en específico en la raza Rambouillet, son limitados (Sakul y Boylan, 1992). Existen más de 153 funciones matemáticas que se han empleado para la caracterización de la CPL de varias especies domésticas, de los que el modelo de Wood (Kawata. 2011) ha sido el más utilizado, debido a que los parámetros del modelo tienen una interpretación biológica, como son: el inicio de la producción, la tasa de incremento de la producción hasta llegar al rendimiento máximo, el pico de producción, así como la persistencia, que son considerados como los parámetros de una curva de lactancia (Chang *et al.*, 2001). En ovejas también se ha utilizado el modelo de Wood para la caracterización de las CPL en diferentes razas de ovinos (Afolayan *et al.*, 2012; Ángeles-Hernández *et al.*, 2018; Tekel *et al.*, 2019). Las CPL de las ovejas se pueden clasificar en dos tipos: curvas normales o típicas, y curvas atípicas (Cappio-Borlino *et al.*, 1997). Las curvas de lactancia típicas o normales se caracterizan por presentar un determinado número de parámetros, dependiendo de la función matemática, y su relación con características como inicio de la lactancia, el pico de lactancia y la persistencia. Por ejemplo, en el modelo propuesto por Wood (1967) los parámetros que describen a la curva son el “a”, “b” y “c”. El parámetro “a” está relacionado con la producción de leche inicial después del parto, “b” está relacionado con el aumento temprano y “c” describe la tasa de disminución en la producción de leche (Waheed y Khan, 2013).

Justificación

Los ovinos fueron uno de los primeros animales domesticados por el hombre (Alberto, *et al.*, 2018). Estos animales se han adaptado a diferentes condiciones agroclimáticas, encontrándose desde los climas tropicales, pasando por los templados y secos hasta climas fríos (Lv, *et al.*, 2014). Los ovinos están distribuidos en todo el territorio mexicano, concentrándose principalmente en la región centro-norte de país: el mayor porcentaje de productores en el país pertenece a los productores denominados “del



sector social”, una de las características es que cuentan con menos de 30 animales (Cuéllar *et al.*, 2012). Existen diferentes razas que se han desarrollado en el país, para identificarlas se han clasificado con base a su cobertura, así tenemos las de pelo como Pelibuey, Dorper, Katahdin y Dorper, entre las de cubierta de la lana están la Suffolk, Hampshire, Texel y Rambouillet. Respecto a la situación de la ovinocultura del país tenemos que ésta está principalmente enfocada a la producción de carne para barbacoa; la situación con respecto a la lana se ha complicado debido a diversos factores, como la aparición de textiles sintéticos, los altos costos para la esquila de los animales, además de que se requiere capacitación para ello (De Lucas, 1996; Vilaboa-Arroniz *et al.*, 2010). La situación de los sistemas de producción de leche en México es reciente, no más de 30 años, estos sistemas han aumentado y su objetivo principal es la producción de quesos finos (Ángeles-Hernández *et al.*, 2013). Debido al incremento de estos sistemas de producción de leche se hace necesario implementar herramientas para evaluar y manejar el rebaño con el fin de hacerlo más eficiente, además la producción de carne en parte depende de la cantidad y peso de los corderos que se desteten de las ovejas, y el peso al destete de los corderos depende de la cantidad de leche que produzca la oveja (Gómez-Hernández *et al.*, 2022.). La importancia de la obtención de las CPL radica en que con ellas es posible predecir la producción futura de leche de las ovejas, esto nos sirve como una herramienta para realizar un manejo más eficiente del rebaño y de los recursos (Ángeles-Hernández *et al.*, 2021).

Objetivo

Determinar la curva de producción de leche de ovejas Rambouillet.

Metodología

Los datos consistieron en registros de lactancia de 45 ovejas de la raza Rambouillet, localizadas en San Luis Potosí, a 1835 m sobre el nivel del mar, el clima es frío y seco, con una temperatura promedio de 17.8°C y con una precipitación anual de 271 mm. Las ovejas estuvieron confinadas y se alimentaron con 3.5 kg alfalfa fresca y con 1.7 kg de concentrado con 2.9 de Mcal y 14% de PC. Para obtener los registros productivos los corderos eran separados 16 horas antes del ordeño. Los promedios individuales de lactancia por animal en la semana fueron capturados en una hoja de cálculo electrónica. Los datos fueron ajustados con la función gamma incompleta de Wood (1967). Se estimaron los parámetros a, b y c de esta función, pero además se calculó la producción máxima de leche (pico de lactancia) y el tiempo en que se presenta dicho pico. Para el análisis estadístico se utilizó la función NSL del software R-Studio.

Fórmulas:



Función gamma incompleta (Wood, 1967)

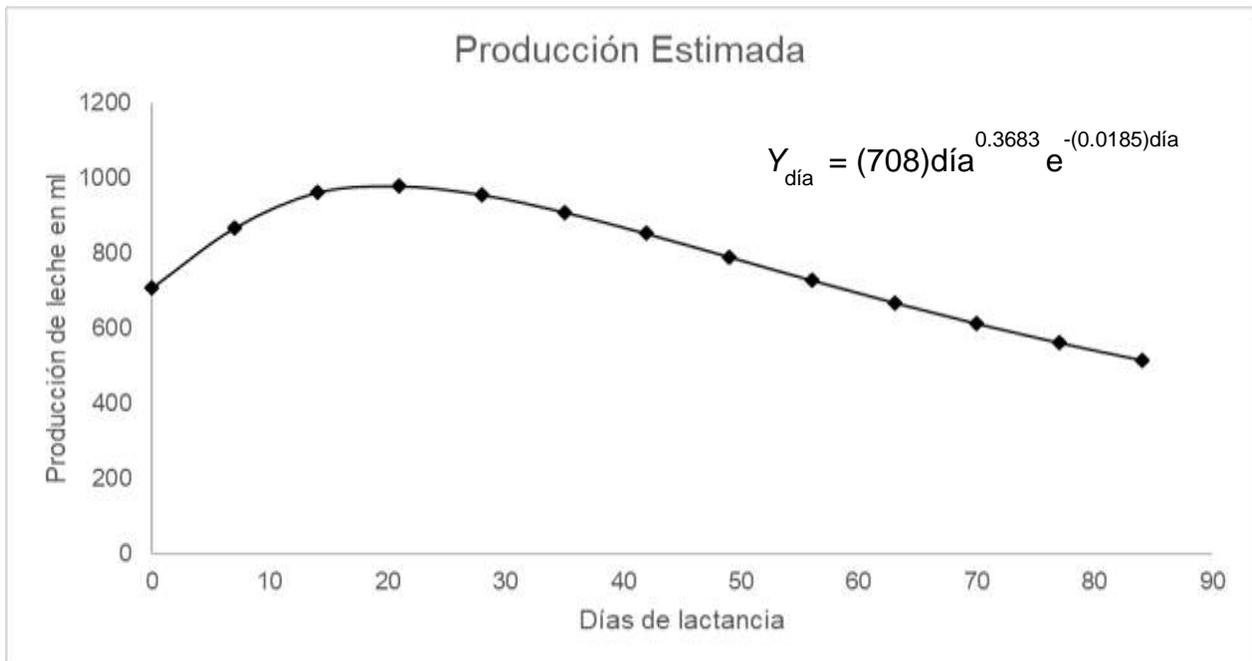
$$Y_t = at^b e^{-ct}$$

$$\text{Producción en el pico} = a(b/c)^b e^{-b}$$

$$\text{Tiempo del pico} = b/c$$

Resultados

Las ovejas Rambouillet tienen una curva típica; es decir, presentan una producción promedio al inicio de la lactancia de 708 ml asociado al parámetro “a”, un pico de producción promedio de 1474 ml que se presenta a los 20 días. El valor del parámetro “b” fue de 0.3683 y del “c” de -0.0185. En la figura 1 se aprecia la forma estándar de la curva de lactancia de ovejas Rambouillet y los parámetros asociados al modelo.



Discusión

La curva de lactancia es un proceso biológico que puede ser caracterizado por medio de una función matemática, como lo es la de Wood (Quintero *et al.*, 2007). Ovejas de



razas lecheras y sus cruizas muestran formas de curvas típicas (Bilgin *et al.*, 2010; Pala y Sahin, 2011). En cuanto a la forma de curva, las ovejas Rambouillet en el presente trabajo presentaron una forma típica, similar a lo presentado por Ochoa *et al.* (2007). Las ovejas Rambouillet son una variedad de la oveja Merino, las ovejas Merino en los sistemas españoles se ocupan para un triple propósito, producir lana, carne y leche, estas ovejas han presentado formas típicas en las curvas de lactancia (Moyano *et al.*, 1999). Las ovejas Merino presentan una producción en el pico de 1805 ml a los 21 días comparado con las ovejas Rambouillet de este estudio, donde el pico de producción de leche fue menor y casi similar en cuanto a días (Groenewald *et al.*, 1995).

Conclusión

Las ovejas Rambouillet presentan una curva típica con una producción inicial promedio de 708 ml, un rendimiento máximo de 1474 ml, que se alcanzan en el día 20 de la lactancia, estos valores son indicativos de buena producción de leche, y que se podría considerar para sistemas de cruzamiento para generar más carne o leche.

Bibliografía

Afolayan, R. A., Abubakar, B. Y., Osinowo, O. A., & Dim, N. I. (2002). Lactation and function of curve parameters in Yankasa sheep. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 15(6), 890-894.

Alberto F., Boyer F., Orozco-terWengel P., Streeter I., Servin B., Villemereuil P., Benjelloun B., Librado P., Biscarini F., Colli L., Barbato M., Zamani W., Alberti A., Engelen S., Stella A., Joost S., Ajmone-Marsan P., Negrini R., Orlando L., Reza-Rezaei H., Naderi S., Clarke L., Flicek P., Wincker P., Coissac E., Kijas J., Tosser-Klopp G, Chikhi A., Bruford M., Taberlet P. and Pompanon F. (2018). Convergent genomic signatures of domestication in sheep and goats. *Nature Communications*, 9(1), 1-9.

Ángeles-Hernández, J. C. (2021). Physiology of milk production and modelling of the lactation curve. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 16(056).

Ángeles-Hernández, J. C., Albarrán-Portillo, B., Gómez González, A. V., Pescador Salas, N., & González-Ronquillo, M. (2013). Comparison of mathematical models applied to F1 dairy sheep lactations in organic farm and environmental factors affecting lactation curve parameter. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 26(8), 1119–1126.



- Ángeles-Hernández, J. C., Guerrero-Loredo, A., Solís-Guzmán, D. A., Ramírez-Pérez, A. H., Ángeles-Campos, S., & González-Ronquillo, M. (2018). Effect of genetic group on characteristics of the ovine lactation curve. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 5(14), 327-333.
- Bilgin, O. C., Esenbuga, N., & Davis, M. E. (2010). Comparison of models for describing the lactation curve of Awassi, Morkaraman and Tushin sheep. *Archives Animal Breeding*, 53(4), 447-456.
- Cappio-Borlino, A., Macciotta, N. P. P., & Pulina, G. (1997). The shape of Sarda ewe lactation curve analysed by a compartmental model. *Livestock Production Science*, 51(1-3), 89-96.
- Cuéllar, O.J.A, Ramón, R.P., Tórtora, P.J. y Trejo, G.A. (2012). *La Producción Ovina Mexicana, Particularidades y Complejidad*. México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, SAGARPA.
- De Lucas T. J., (1996). *Razas de Ovinos*. Editores. Mexicanos Unidos. México.
- Gómez-Hernández, L. E., González-Reyna, A., Zárate-Fortuna, P., Faustino-Lázaro, B., Hernández-Meléndez, J., & Martínez-González, J. C. (2022). Comportamiento pre-destete del cordero, producción y calidad de la leche en ovejas de pelo. *Ciencia Agropecuaria*, (34), 1-22.
- Groenewald, P. C. N., Ferreira, A. V., Van der Merwe, H. J., & Slippers, S. C. (1995). A mathematical model for describing and predicting the lactation curve of Merino ewes. *Animal Science*, 61(1), 95-101.
- Kawata, Y. (2011). Lactation curves of dairy animals-An interim literature review. *Res. Bull. Obihiro Univ*, 32, 71–91.
- Lv, F. H., Agha, S., Kantanen, J., Colli, L., Stucki, S., Kijas, J. W., ... & Ajmone Marsan, P. (2014). Adaptations to climate-mediated selective pressures in sheep. *Molecular Biology and Evolution*, 31(12), 3324-3343.
- Moyano, B. S., Vilca, J. V., Sigler, A. I. G., Sánchez, A. F., & Hens, J. M. (1999). Modelos matemáticos de curvas de lactación para producción y composición de leche de oveja Merina. In *XXIV Jornadas Científicas y 3ra Internacionales de la Sociedad de Ovinotecnia y Caprinotecnia* (p. 525). Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia SEOC.



Pala, A., & Sahin, S. (2011). Effects of short period frequent milking on milk yield in two East Friesian crosses: Tahirova and Sonmez sheep. *Archives Animal Breeding*, 54(5), 515-524.

Sakul, H., & Boylan, W. J. (1992). Lactation curves for several US sheep breeds. *Animal Production*, 54(2), 229–233.

Tekel, N., Şireli, H. D., Karataş, A., Vural, M. E., Koncagul, S., & Tutkun, M. (2019). Comparison of different lactation curve models to describe lactation curve in Awassi sheep raised in Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research* 17(6):15507-15517.

Vilaboa-Arroniz, J., Bozzi, R., Díaz Rivera, P., & Bazzi, L. (2010). Conformación corporal de las razas ovinas Pelibuey, Dorper y Kathadin en el estado de Veracruz, México. *Zootecnia Tropical*, 28(3), 321-328.

Waheed, A., & Khan, M. S. (2013). Lactation curve of Beetal goats in Pakistan. *Archives Animal Breeding*, 56(1), 892–898.

Wood, P. D. P. (1967). Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature*, 216(5111), 164–165.



Clave 2023-3V

Rentabilidad y productividad de la complementación alimenticia continua por tipo de parto en caprinos locales en pastoreo

Maldonado-Jáquez, Jorge Alonso^{1,2*}(maldonado.jorge@colpos.mx), Mora-Flores, José Saturnino³(saturmf@colpos.mx), Torres-Hernández, Glafiro¹(glatohe@colpos.mx), Granados-Rivera, Lorenzo Danilo⁴(granados.lorenzo@colpos.mx), Hernández-Mendo, Omar¹(ohmendo@colpos.mx), Gallegos-Sánchez, Jaime¹(gallegos@colpos.mx)

¹Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Programa de Ganadería. Montecillo, Edo. de México, México. C.P. 56264. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Laguna. Matamoros, Coahuila, México. C.P. 27440. ³Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Programa de Economía. Montecillo, Edo. de México, México. C.P. 56264. ⁴Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental General Terán. General Terán, Nuevo León, México. C.P. 67400

*Autor para correspondencia: maldonado.jorge@colpos.mx

Antecedentes

El rol principal de la cría de caprinos lecheros es la producción de leche para mercado, por lo que un destete temprano de los cabritos es importante sólo cuando la leche se puede vender a un buen precio (Delgado-Pertiñez et al., 2009). En este sentido, uno de los principales determinantes de rentabilidad de las empresas caprinas está en función de su producción lechera y el comportamiento de la progenie (Keskin, 2002; Sodiq et al., 2010); no obstante, el uso y adopción de tecnologías mejoradas como la utilización de alimentos de bajo costo y estrategias de mercado innovadoras, pueden ser pre-condicionantes para el éxito comercial de estas empresas (Orden et al., 2005; Kumar, 2007). Así, una alta rentabilidad se puede lograr con una cuidadosa coordinación de varios tópicos, incluyendo el tipo de producto que se produce, así como el cuándo, dónde y cómo se venden (Singh-Knights & Knights, 2005).

Justificación

La información que aborda la temática económica para caprinos es limitada en comparación con otras especies de interés ganadero (Andrés, 2013). Además, en los sistemas de producción de pequeña escala se observa una rentabilidad baja, debido a que se cuenta con bajos indicadores reproductivos, por ello, se considera que el tipo de parto y prolificidad son un criterio que magnifica la productividad y rentabilidad en estos esquemas de producción (Niznikowski et al., 2006).



Objetivo

Evaluar la productividad y rentabilidad de incorporar un esquema de alimentación complementaria continua al considerar el tipo de parto en cabras locales bajo pastoreo extensivo en el norte de México.

Metodología

El estudio se llevó a cabo en un rebaño comercial ubicado en el estado de Coahuila, al norte de México. La región presenta un clima seco o desértico, semicálido con invierno fresco, con 240 mm de precipitación pluvial y 25 °C de temperatura media anual.

Se utilizaron 24 cabras locales con un peso vivo (PV) de 38.4 ± 5.7 kg, condición corporal (CC) de 1.9 ± 0.3 , número de partos de 2.2 ± 1.1 y edad gestacional de 104 días. Los tratamientos fueron: 1) Grupo testigo (GT; $n=12$; 4 partos sencillos y 8 partos dobles), el cual se alimentó sólo con lo consumido por las cabras en la ruta de pastoreo, sin ningún tipo de complementación; 2) Grupo complementado (GC; $n=12$; 4 partos sencillos y 8 partos dobles), que recibió una complementación alimenticia a base de maíz rolado (18.0%), sorgo rolado (18.0%), salvado de trigo (9.0%), pasta de soya (9.0%), heno de alfalfa (35.0%), melaza (8.0%), urea (1.0%) y vitaminas y minerales (2.0%), dieta que contenía 18.0% de proteína cruda y 1.8 Mcal de energía. El complemento se ofreció a razón del 1.5% del peso vivo (PV) del animal, 45 días previos al parto y durante toda la lactancia (~ 210 días). Las cabras del GC recibieron la alimentación complementaria, separadas del resto del rebaño al regreso de la ruta de pastoreo (18:00 h) y hasta que la cabra consumiera la totalidad del complemento. El rebaño pastoreó durante ~ 9 h d^{-1} , con dos ofrecimientos de agua y por la tarde-noche regresaron a corrales de descanso, en donde tuvieron libre acceso a agua limpia y fresca.

En las cabras se midió la producción de leche diaria por animal ($g d^{-1}$), duración de la lactancia (d) y producción de leche total por lactancia (kg). Para el análisis económico se consideraron los costos de la complementación diaria, mano de obra para manejo y cuidado de los animales, precio diario de venta de leche y precio de venta de los cabritos (Cuadro 1).

Se realizaron cálculos para costos, ingresos y ganancias. Los costos consideraron sólo el valor de la mano de obra y por concepto de complementación, manejo y cuidado de los animales. Los ingresos (diarios y totales) se calcularon de acuerdo con la siguiente ecuación: $I_g = Q_i P_i + IO$; donde, Q_i es la i -ésima cantidad de producto; P_i es el precio del i -ésimo producto, e IO son otros ingresos (Barrera-Perales et al., 2018). El cálculo de la ganancia (diaria y total) consideró el ingreso por la venta de leche y cabrito, a este valor se le restó el costo de mano de obra y complementación alimenticia.



Cuadro 1. Desglose de costos de operación y precios de venta de leche y cabritos.

Concepto	Cantidad
Mano de obra	\$102.68*
Costo de complementación diaria	\$2.74
Precio/litro de leche	\$7.00
Precio/cabrito	\$800.00

*: Salario mínimo diario para México en 2019.

Se realizó un análisis de varianza que constó de tres fases: a) evaluación del efecto de la complementación alimenticia sobre la productividad de los grupos; b) ingreso por venta de cabritos y de leche, y; c) ganancia obtenida por animal y general para cada etapa de la lactancia, sustrayendo el costo de producción del ingreso.

El análisis se realizó bajo el siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + ID_{i(j)} + T_j + TP_k + E_{ijkl}$$

Donde: Y_{ijkl} : parámetro productivo, ingreso y/o ganancia económica, μ : constante que caracteriza a la población, $ID_{i(j)}$: efecto aleatorio del i -ésimo animal anidado en el j -ésimo tratamiento ($i=1,2,3, \dots, 12$); T_j : efecto fijo del j -ésimo tratamiento ($j=1,2$); TP_k : efecto fijo del j -ésimo tipo de parto (sencillo o doble); E_{ijkl} : error aleatorio. Los componentes aleatorios se supusieron normalmente distribuidos con media cero y varianza común.

Resultados

El cuadro 2 muestra los resultados obtenidos para productividad y rentabilidad por tipo de parto. Para los animales de parto sencillo se encontraron los mayores valores ($p < 0.05$) en producción de leche diaria, producción de leche total, ingreso diario e ingreso total por lactancia a favor del grupo complementado. Así mismo, para las variables ganancia diaria y ganancia total, los mayores valores ($p < 0.05$) se observaron en el grupo testigo. Respecto a la duración de la lactancia, no se observaron diferencias entre grupos ($p > 0.05$).

Por otra parte, al considerar animales de parto doble, se encontraron tendencias similares a los observados en animales de parto sencillo, para las variables de producción de leche e ingreso diario y total, las cuales fueron mayores en GC ($p < 0.05$) y ganancia diaria ($p < 0.05$), la cual fue mayor en GT. Sin embargo, para duración de la lactancia y ganancia total no se observaron diferencias entre grupos ($p > 0.05$).



Cuadro 2. Comportamiento de la producción de leche por tipo en parto en cabras locales en pastoreo bajo manejo tradicional (sin complementación) y sometidas a un esquema de alimentación complementaria continua.

Parto sencillo:				
Concepto	GC	GT	p-value	R²
Producción diaria de leche (g d ⁻¹)	0.550±0.1 ^a	0.450±0.1 ^b	<0.0001	0.03
Producción total/ lactancia (kg)	96.1±5.6 ^a	72.1±6.6 ^b	0.0289	0.61
Duración de lactancia (d)	178.3±7.6	163.7±8.8	0.2631	0.24
Ingreso diario (\$)	4.1±0.1 ^a	3.4±0.1 ^b	<0.0001	0.03
Ingreso total/ lactancia (\$)	720.0±42.3 ^a	540.8±48.9	0.0390	0.61
Ganancia diaria (\$)	1.3±0.2 ^b	3.6±0.2 ^a	<0.0001	0.23
Ganancia total (\$)	32.4±4.8 ^b	77.3±5.6 ^a	0.0017	0.88
Parto doble:				
Producción diaria de leche (g d ⁻¹)	0.610±0.1 ^a	0.460±0.2 ^b	<0.0001	0.05
Producción total/ lactancia (kg)	113.2±9.2 ^a	67.4±7.2 ^b	0.0003	0.47
Duración de lactancia (d)	182.6±13.3	145.9±13.4	0.0718	0.21
Ingreso diario (\$)	4.6±0.2 ^a	3.4±0.2 ^b	<0.0001	0.05
Ingreso total/ lactancia (\$)	848.6±68.9 ^a	505.6±68.7 ^b	0.0034	0.47
Ganancia diaria (\$)	1.9±0.2 ^b	3.4±0.2 ^a	<0.0001	0.08
Ganancia total (\$)	67.4±9.4	48.9±8.8	0.0931	0.19

Discusión

Los resultados encontrados coinciden con el reporte de Kurniawati et al. (2019), quienes concluyeron que el tipo de parto afecta las características de producción, pues observaron que, aunque animales de parto sencillo tuvieron un mejor desempeño productivo, los animales de parto doble parecieron ser más rentables, por lo tanto, cabras con habilidad para tener 2 crías pueden ser candidatas idóneas para ser seleccionadas dentro del rebaño.

En este sentido, existe evidencia que los sistemas extensivos en los que no se invierte en mejoras tecnológicas seguirán obteniendo ganancias, debido a la baja magnitud de los gastos de producción, pero de igual manera con bajos índices productivos (Rebollar-Rebollar, 2012; Alex et al., 2013), tal como quedó demostrado en los resultados para parto sencillo del presente estudio, y donde las ganancias diaria y total fueron mayores en el GT, pero, al mejorar prolificidad e incluir mejoras en el manejo (complementación



alimenticia continua), la ganancia se revierte hacia el GC, aun y cuando ésta implique costos adicionales para el productor, tal como lo señalaron Ratnawatti et al. (2015).

Conclusión

Se concluye que la complementación alimenticia continua tiene efectos positivos en la productividad, independientemente del tipo de parto; sin embargo, los mayores ingresos y ganancias se observan en los animales de parto doble que reciben este complemento. Por lo tanto, si se busca maximizar la rentabilidad se deberá considerar este criterio al momento de incorporar estas mejoras al esquema productivo.

Bibliografía

- Alex R, Cheemani RK, Thomas N. (2013). Returns and determinants of technical efficiency in small-scale Malabari goat production units in Kerala, India. *Tropical Animal Health and Production*. 45: 1663-1668. <https://doi.org/10.1007/s11250-013-0411-6>
- Andrés KM. (2013). Growth and performance of meat goat kids from two seasons of birth in Kentucky. *Sheep & Goat Research Journal*. 28:16-20.
- Barrera Perales OT, Sagarnaga Villegas LM, Salas-González JM, Leos-Rodríguez JA, Santos-Lavalle R. (2018). Viabilidad económica y financiera de la ganadería caprina extensiva en San Luis Potosí, México. *Mundo Agrario* 19(40): e077, <https://doi.org/10.24215/15155994e077>
- Delgado-Pertiñez M, Guzmán-Guerrero JL, Caravaca FP, Castel JM, Ruiz FA, González-Redondo P, Alcalde MJ. (2009). Effect of artificial vs natural rearing on milk yield, kid growth and cost in Payoya autochthonous dairy goats. *Small Ruminant Research*. 84: 108-115. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.06.014>
- Keskin M. (2002). Effect of rearing systems on kid performance, lactation traits and profitability of Shami (Damascus) goats. *Journal of Applied Animal Research* 22: 267-271.
- Kumar S. (2007). Commercial goat farming in India: An emerging agri-business opportunity. *Agricultural Economics Research Review*. 20: 503-520.
- Kurniawati N, Maharani D, Hartatik T. (2019) The effect of birth type on quantitative characteristics in pre weaned Bligon goats. *IOP Conference series: Earth and Environmental Science*. 387: 012054. Doi:10.1088/1755-1315/387/1/012054



-
- Niznikowski R, Strzelec E, Popielarczyk D. (2006). Economics and profitability of sheep and goat production under support regimes and market conditions in Central and Eastern Europe. *Small Ruminant Research*. 62:159-165. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.08.011>
- Orden EA, Villar EC, Porciuncula FL, Domingo SN, Antalan RV. (2005). Performance and profitability of goats as influenced by casren interventions in lowland rainfed areas of Pangasinan. *Philippine Journal of Veterinary and Animal Science*. 31(1):179-188.
- Ratnawati D, Cowley F, Mayberry D, Pamungkas D, Poppi D. (2015). Concentrate supplementation for crossbred bulls to increase profitability of smallholders fattening operations in East Java, Indonesia. *Indonesian Journal of Animal and Veterinary Sciences*. 20(1): 41-47. <http://dx.doi.org/10.14334/jitv.v20i1.1115>
- Rebollar-Rebollar S, Hernández-Martínez J, Rojo-Rubio R, Guzmán-Soria E. (2012). Gastos e ingresos en la actividad caprina extensiva en México. *Agronomía Mesoamericana*. 23(1): 159-165.
- Singh-Knights D, Knights M. (2005). Feasibility of goat production in West Virginia: A Handbook for beginners. Bulletin 728. West Virginia University.
- Sodiq A, Priyono A, Tawfik ES. (2010). Assessment of the kid production traits of Kacang goat under smallholder's production system. *Animal Production*. 12(2): 111-117.



Clave 2023-4V

Eficacia del triclabendazol contra paramfistómidos de bovinos en el sureste de México

G. Jiménez-Penago^a(gpenago@hotmail.com), R. González-Garduño^b(robgardu@hotmail.com), G. Torres-Hernández^a(glatohe@colpos.mx), O. M. Torres-Chablé^c(oswaldo.torres.chable@gmail.com), J. E. Ramírez-Bribiesca^a(efrenrb@colpos.mx), D. Hernández-Sánchez^a(sanchezd@colpos.mx)

^aColegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Montecillo, Edo. de México. México. ^bUniversidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria Sursureste, Teapa, Tabasco. México. ^cUniversidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Agropecuarias. Villahermosa, Tabasco, México.

Antecedentes

Los trematodos son parásitos con una gran distribución mundial y de gran relevancia porque afectan a diversas especies de animales domésticos. De los trematodos, *Fasciola hepatica* es la especie más importante porque representa riesgos para la salud humana y animal, por lo que la fasciolosis constituye una enfermedad zoonótica (Elelu y Eisler, 2018). Sin embargo, recientemente, otro grupo de trematodos, perteneciente a la familia Paramphistomidae, ha retomado importancia y se ha considerado una enfermedad emergente en varias partes del mundo (Červená *et al.*, 2022). En consecuencia, se indican pérdidas económicas en los lugares donde se ha observado prevalencia de paramfistómidos, como es el caso de reportes en varios países europeos como Reino Unido (Beesley *et al.*, 2017), con aumento de reportes de prevalencia en países de otros continentes como Asia o África, tal es el caso de Indonesia y Nigeria (Rinca *et al.*, 2019). En América, igualmente se ha demostrado la presencia de trematodos en hígado y en rumen, como en México (Ojeda-Robertos *et al.*, 2014). Para evitar los daños en la producción y reducir la prevalencia de los trematodos se ha utilizado como principal método de control el uso de productos químicos, como los bencimidazoles (albendazol y triclabendazol) (Zhang *et al.*, 2019). Sin embargo, su uso contante ha ocasionado la selección de trematodos con resistencia antihelmíntica, lo que compromete el control sustentable de los paramfistómidos (Charlier *et al.*, 2022). Lo anterior, además de los pocos trabajos desarrollados para determinar la eficacia antihelmíntica sobre huevos en desarrollo *in vitro* (Fairweather *et al.*, 2012), los cuales pueden ser una forma de validar la funcionalidad de los fármacos en las unidades de producción.



Justificación

Los estudios *in vitro* de resistencia antihelmíntica en trematodos han sido realizado con mayor frecuencia en *F. hepatica*, pero en paramfistómidos son escasos los estudios al respecto. Con la realización de un estudio de resistencia antihelmíntica en paramfistómidos, se permitirá identificar la efectividad del triclabendazol utilizado en el sureste de México, con la finalidad de mejorar el uso del fármaco y coadyuvar en la productividad de los hatos ganaderos.

Objetivo

Determinar la eficacia del triclabendazol usado para el control de paramfistómidos de bovinos.

Metodología

Recolección de paramfistómidos

Se realizaron siete muestreos en el rastro municipal de Jalapa, Tabasco, México. Posterior al sacrificio y faenado de los bovinos, se colectaron ejemplares adultos de paramfistómidos, para ello se inspeccionó el rumen de los animales, recolectando todos los ejemplares observados. Los paramfistómidos se recolectaron en grupos de 50 ejemplares por tubo cónico (Falcon®) de 15 mL contenidos en 10 mL de agua corriente. Posteriormente, la obtención de huevos de paramfistómidos se realizó dejando los parásitos en los tubos cónicos durante 5 h a temperatura ambiente (27 °C).

Recuperación y cuantificación de huevos

Para la recuperación de los huevos se realizó un segundo lavado con agua corriente en un tamiz de 37 μm (Mont-inox). Los huevos recuperados se transfirieron a tubos cónicos de 15 mL con 10 mL de agua esterilizada. Se contabilizó el total de huevos de paramfistómidos contenidos en 10 mL de agua estéril mediante diez alícuotas de 10 μL , obteniendo un recuento de huevos promedio, el cual se extrapoló al volumen total. Para la concentración final, se hizo un ajuste a un huevo por microlitro.

Ensayo in vitro para determinar la eficacia del producto

Para evaluar la efectividad del triclabendazol se realizó la técnica establecida para *Fasciola hepatica* (Fairweather *et al.*, 2012), con algunas modificaciones. En resumen, se utilizaron placas de poliestireno de 96 pocillos (NUNC, Maxisorb Invitrogen de Thermo Fisher Scientific, Waltham, Massachusetts, EE. UU.). En cada pocillo se colocaron 100 μL de agua esterilizada con cien huevos de paramfistómidos. Adicionalmente, se agregaron en la primera fila 100 μL del producto químico, los cuales



se diluyeron en serie en los 12 pozos de la fila. En cada fila se colocó el triclabendazol, a concentración de 0.0015-3 mg/mL (Saguaymic plus Triclabendazol 10 % + Fenbendazole 10 %; Microsules, Uruguay). El grupo testigo constó de 100 huevos contenidos en agua destilada sin antihelmíntico. Adicionalmente, se agregaron 150 μ L de agua destilada en cada pocillo de la placa. Las placas de poliestireno se colocaron en una incubadora en oscuridad a temperatura ambiente (26 °C) durante un periodo de 14 días. Pasado este tiempo, las placas se expusieron a la luz de día por un periodo de 12 h, con la finalidad de estimular la eclosión de los parásitos. Posteriormente, se examinó el contenido de cada pocillo en un microscopio óptico (10X) y se registró el número de huevos en cada etapa de desarrollo. Estos se clasificaron como no viables (muertos, vacíos, no embrionados o en división celular sin movimiento, después de 15 días de incubación) o viables (mancha ocular, eclosionados o larvados) de acuerdo con Fairweather *et al.* (2012).

Análisis estadístico

De la proporción de huevos viables y no viables de los ensayos *in vitro*, se calculó la dosis letal media (DL₅₀), la dosis letal noventa y cinco (DL₉₅) y la dosis letal máxima (DL₉₉) utilizando el modelo de regresión logística (Probit) del programa SAS (SAS Institute, 2017):

$$\text{Pr (Respuesta)} = C + (1-C) F(x'\beta) = C + (1-C) \Phi (b_0 + b_1 \times \log_{10} (\text{Dosis}))$$

Dónde: β : es un vector de parámetros estimados. F: es una función de distribución acumulativa (Normal). X: es un vector de variables explicativas. Pr: es la probabilidad de una respuesta. C: es la tasa de respuesta natural (proporción de individuos que responden a la dosis cero). Φ : la función de distribución acumulativa normal.

Resultados

Las DL₅₀ del triclabendazol usadas contra huevos de paramfistómidos fueron bajas en la mayoría de las repeticiones, lo que indica que el producto es efectivo para lograr el 50 % de la mortalidad de los huevos. En tanto, las DL₉₅ presentan incrementos mínimos a los encontrados para las DL₅₀. Sin embargo, varias repeticiones fueron altas para las DL₉₉ (Cuadro 1), signo de resistencia antihelmíntica en algunas muestras.



Cuadro 1. Tasa de mortalidad natural (C), ecuaciones probit, coeficientes de regresión (β_0 y β_1), y dosis letal 50 (DL₅₀), 95 (DL₉₅) y 99 (DL₉₉) de triclabendazol en huevos de paramfistómidos.

	C	Ecuación	β_0	β_1	DL ₅₀ (mg/mL)	DL ₉₅ (mg/mL)	DL ₉₉ (mg/mL)
Paramfistómidos							
1	0.38	0.49 + 0.61 Log (Dosis)	ns	*	0.15	76.68	1009
2	0.36	10.01 + 22.35 Log (Dosis)	ns	ns	0.36	0.42	0.45
3	0.36	2.80 + 1.26 Log (Dosis)	*	ns	0.01	0.12	0.42
4	0.20	-0.24 + 2.63 Log (Dosis)	ns	ns	1.23	5.19	9.42
5	0.20	1.14 + 1.93 Log (Dosis)	**	**	0.26	1.84	4.14
6	0.15	33.67 + 26.44 Log (Dosis)	ns	ns	0.05	0.06	0.07
7	0.25	-1.39 + 0.99 Log (Dosis)	*	ns	25.15	1137	5518

ϕ 100% de mortalidad en todas las dosis; β_0 , intersección; β_1 , pendiente de regresión; ns, la pendiente no fue significativa; * variable significativa con $p < 0.05$; ** variable altamente significativa con $p < 0.01$.

Discusión

El triclabendazol ha sido el principal fármaco en controlar a las etapas inmaduras y maduras de *Fasciola hepatica* en muchas regiones del mundo (Brockwell *et al.*, 2014). Debido a su mecanismo de acción, al intervenir en la formación de microtúbulos que afecta el sistema reproductivo del parásito, inhibiendo la producción de huevos del trematodo adulto (Tóner *et al.*, 2011). Sin embargo, Alvarez *et al.* (2009) señalan que el triclabendazol no presenta actividad ovicida contra los huevos de *F. hepatica*, a pesar de ser evaluados en huevos susceptibles. Por tanto, la falta de una efectividad ovicida total del triclabendazol en huevos de paramfistómidos, con eficacia baja, como se muestra en las altas concentraciones de las dosis letales obtenidas. Esta respuesta posiblemente sea debido a que no es un fármaco específico contra los paramfistómidos, y en México no existe aún algún antihelmíntico autorizado para el control de este grupo de trematodos (Atcheson *et al.*, 2020). Así mismo, es de los fármacos con mayor aumento de resistencia en Europa; Kamaludeen *et al.* (2019) determinaron en pruebas de FECRT una resistencia extendida en el noroeste de Inglaterra y Gales, con valores de 0 % en efectividad. En otro estudio en campo se encontró eficacia entre el 46 y 69 % para la zona del presente estudio (Ico-Gómez *et al.*, 2021). Situación contraria a lo encontrado en las pruebas *in vitro* del presente estudio. Posiblemente la eficacia del triclabendazol para controlar el 50 % de la población se debe a que las muestras de huevos provenían de animales que no habían sido expuestos previamente al fármaco, ya que la desparasitación de bovinos en la



región hace uso de otros productos como ivermectina, lo que seguramente ha permitido que triclabendazol siga siendo efectivo en la región de estudio, a pesar de no ser un producto específico para los paramfistómidos.

Conclusión

El triclabendazol presenta eficacia diferencial para la eclosión de huevos de paramfistómidos, aunque es un fármaco alternativo para el control parasitario de bovinos en el sureste de México.

Bibliografía

- Alvarez, L., G. Moreno, L. Moreno, L. Ceballos, L. Shaw, I. Fairweather, and C. Lanusse. 2009. Comparative assessment of albendazole and triclabendazole ovicidal activity on *Fasciola hepatica* eggs. *Vet Parasitol* 164: 211-216. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.05.014>
- Atcheson, E., P. Skuce J, N. A. Oliver M, T. McNeilly N, and M. Robison, W. 2020. *Calicophoron daubneyi*-The Path Toward Understanding Its Pathogenicity and Host Interactions. *Front. Vet. Sci.* 7: 606. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00606>
- Beesley, N. J., C. Caminade, J. Charlier, R. Flynn J, J. Hodgkinson E, A. Martínez-Moreno, M. Martínez-Valladares, J. Pérez, L. Rinaldi, and D. J. Williams L. 2017. *Fasciola* and fasciolosis in ruminants in Europe: Identifying research needs. *Transbound Emerg Dis* 65: 199-216. <https://doi.org/10.1111/tbed.12682>
- Brockwell, Y. M., T. Elliott P, G. Anderson R, R. Stanton, T. Spithill W, and N. Sangster C. 2014. Confirmation of *Fasciola hepatica* resistant to triclabendazole in naturally infected Australian beef and dairy cattle. *Int J Parasitol Drugs Drug Resist* 4: 48-54. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2013.11.005>
- Červená, B., L. Anettová, E. Nosková, B. Pafčo, I. Pšenková, K. Javorská, P. Příhodová, J. Ježková, P. Václavek, K. Malát, and D. Modrý. 2022. The winner takes it all: dominance of *Calicophoron daubneyi* (Digenea: Paramphistomidae) among flukes in Central European beef cattle. *Parasitology* 149: 612-621. <https://doi.org/10.1017/S0031182021002158>
- Charlier, J., D. Bartley J, S. Sotiraki, M. Martinez-Valladares, E. Claerebout, G. Samson-Himmelstjerna, S. Thamsborg M, H. Hoste, E. Morgan R, and L. Rinaldi. 2022. Chapter Tree-Anthelmintic resistance in ruminants: challenges and solutions. *Adv Parasitol* 15: 171-227. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2021.12.002>



- Elelu, N., and M. Eisler. 2018. A review of bovine fasciolosis and other trematode infections in Nigeria. *J Helminthol* 92: 128-141. <https://doi.org/10.1017/S0022149X17000402>
- Fairweather, I., D. McShane D, L. Shaw, S. Ellison E, N. O'Hagan T, E. York A, A. Trudgett, and G. Brennan P. 2012. Development of an egg hatch assay for the diagnosis of triclabendazole resistance in *Fasciola hepatica*: proof of concept. *Vet Parasitol* 183: 249-259. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.07.023>
- Ico-Gómez, R., R. González-Garduño, D. Ortiz-Pérez, J. J. Mosqueda-Gualito, E del J. Flores-Santiago, G. Sosa-Pérez, and A. A. Salazar-Tapia. 2021. Assessment of anthelmintic effectiveness to control *Fasciola hepatica* and paramphistome mixed infection in cattle in the humid tropics of Mexico. *Parasitology* 148: 1458-1466. <https://doi.org/10.1017/S0031182021001153>
- Kamaludeen, J., J. Graham-Brown, N. Stephens, J. Miller, A. Howell, N. Beesley J, J. Hodgkinson, J. Learmount, and D. Williams. 2019. Lack of efficacy of triclabendazole against *Fasciola hepatica* is present on sheep farms in three regions of England, and Wales. *Vet Rec* 184: 502. <https://doi.org/10.1136/vr.105209>
- Ojeda-Robertos, N. F., A. Medina-Reynes, G. Garduza-Arias, and L. J. Rangel-Ruiz. 2014. Dinámica de excreción de huevos de *Fasciola hepatica* y *Paramphistomum* spp en ganado bovino de Tabasco. *Ecosistemas y recur. Agropecuarios* 1: 73-79.
- Rinca, K. F., J. Prastowo, D. Widolo P, and Y. Nugraheni R. 2019. Trematodiasis occurrence in cattle along the Progo River, Yogyakarta, Indonesia. *Vet World* 12: 593-597. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.593-597>
- SAS Institute. 2017. SAS/STAT user's guide (S. Inst., Ed.), release 6, Cary, NC, USA.
- Tóner, E., G. Brennan P, R. E. Hanna B, H. W. Edgar J, and I. Fairweather. 2011. Disruption of egg formation by *Fasciola hepatica* following treatment *in vivo* with triclabendazole in the sheep host. *Vet Parasitol* 177: 79-89. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.11.032>
- Zhang, J. L., H. Si F, X. Zhou Z, X. Shang F, B. Li, and J. Zhang Y. 2019. High prevalence of fasciolosis and evaluation of the efficacy of anthelmintics against *Fasciola hepatica* in buffaloes in Guangxi, China. *Int J Parasitol Parasites Wildl* 8: 82-87. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2018.12.010>



Clave 2023-5V

Reproducción de microorganismos de montaña para uso en agua de bebida en sector pecuario

Tarsicio Medina-Saavedra^{1ID*}, Lilia Mexicano-Santoyo^{2ID}, Gabriela Arroyo-Figueroa^{1ID}, Carlos Herrera-Mendez^{1ID}, Emmanuel Pérez-Hernández^{1ID}, Juan Picazo-Ramírez^{1ID}

¹Departamento 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, ²División de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Roque, Km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, Apartado Postal 508, C. P. 38110, Celaya, Gto. *Autor de correspondencia: tarsicioms@hotmail.com. Privada Arteaga s/n, Col. Centro, C.P. 38900, Salvatierra, Gto. México. lilia_lasalle@hotmail.com, g.arroyo@ugto.mx, chmendez@ugto.mx, e.perezhernandez@ugto.mx, jpicazoramirez@ugto.mx

RESUMEN

Los microorganismos de montaña se utilizan en la agricultura para mejorar la germinación y crecimiento de los cultivos y control de fitopatógenos. En el sector pecuario al ser utilizados como probióticos en el agua de bebida o en el alimento, pueden mejorar la calidad en los animales de granja. El objetivo fue recolectar y reproducir microorganismos de montaña para la elaboración de disoluciones en agua de bebida para animales. Se recolectó hojarasca de una zona poco afectada por las actividades antrópicas y se almacenó en fase sólida anaeróbica, posteriormente los microorganismos fueron reactivados en fase líquida durante 24, 48 y 72h. En la fase sólida y líquida se determinó la cuenta total de microorganismos. Se comprobó coliformes totales en los diferentes periodos de activación en fase líquida y finalmente se realizaron diluciones en agua de bebida al 20% y se determinó la cuenta total de microorganismos presentes en ellas. Los resultados muestran que el tiempo de activación influye sobre el número de poblaciones microbianas y que las diluciones al 20% no contienen la cantidad de microorganismos necesarios para ser administradas a los animales por lo cual es necesario adicionar una mayor cantidad de activados líquidos en el agua de bebida.

Palabras clave microorganismos nativos, crecimiento microbiano, probiótico.

ABSTRACT

Mountain microorganisms are used in agriculture to improve crop germination and growth and to control phytopathogens. In the livestock sector, when used as probiotics in drinking water or feed, they can improve the quality of farm animals. The objective was to collect and reproduce mountain microorganisms for the preparation of solutions in drinking water for animals. Leaf litter was collected from an area little affected by



anthropic activities and stored in anaerobic solid phase, later the microorganisms were reactivated in liquid phase for 24, 48 and 72h. In the solid and liquid phase, the total count of microorganisms was determined. Total coliforms were checked in the different periods of activation in the liquid phase and finally 20% dilutions were made in drinking water and the total count of microorganisms present in them was determined. The results show that the activation time influences the number of microbial populations and that the 20% dilutions do not contain the amount of microorganisms necessary to be administered to the animals, therefore it is necessary to add a greater amount of activated liquids in the water. of drink.

Key words: native microorganisms, microbial growth, probiotic.



Clave 2023-6V

Efecto del ácido acetilsalicílico en vacas frescas de doble propósito en condiciones tropicales

Lammoglia-Villagómez Miguel Ángel ^{1ID}, Chagoya-Fuentes Jorge Luis ^{1ID}, Sánchez-Montes Daniel Sokani ^{1ID}, Cabrera-Núñez Amalia ^{1ID}, Huerta-Peña Javier Cruz ^{1ID}, Jácome-Sosa Edelmira ^{1ID}

¹Universidad Veracruzana, Carretera Tuxpan-Tampico km 7.5, Tuxpan, Veracruz, México. C.P. 92800)
*Autor de correspondencia: Chagoya-Fuentes Jorge Luis. E-mail: mlammoglia@uv.mx, jochagoya@uv.mx, danisanchez@uv.mx, amacabrera@uv.mx, jhuerta@uv.mx, edjcome@uv.mx

RESUMEN

El objetivo fue determinar los efectos del ácido acetilsalicílico (AAS), suministrado durante los primeros días posparto, en la producción de leche, tiempo de coagulación y densidad de la leche en vacas frescas de doble propósito en condiciones tropicales. El día del parto las vacas fueron asignadas: Grupo A3; 7 grs de AAS por día durante 3 días (n=10); Grupo A7; 7 grs de AAS por día durante 7 días (n=10) y grupo control (C) (n=10). Las vacas se ordeñaron dos veces al día. Semanalmente y durante 5 semanas se tomaron muestras de leche y sangre. El análisis estadístico se realizó utilizando el software STATISTICA 10. Las vacas A3 tuvieron mayor producción (627.2±38.5 Kg), seguidas por las vacas A7 (517.5±37.3 Kg) y produciendo menos las C (418.3±42.3 Kg). Las vacas A3 y A7 tuvieron un tiempo mayor de coagulación (312.7±4.9 y 317.5±5.3 seg; respectivamente) que las C (187.4±6.4 seg). Las vacas A7 y A3 produjeron leche con mayor ($P \leq 0.05$) densidad (1.025±0.0006 y 1.023±0.0006 grs/ml, respectivamente) que las C (1.021±0.0008 gr/ml). Conclusión, el tratamiento con ácido acetilsalicílico posparto en vacas de doble propósito en trópico incrementó la producción de leche, retardó el tiempo de coagulación en sangre e incrementó la densidad de la leche.

Palabras clave: AINES, producción de leche, tiempo de coagulación, trópico.

ABSTRACT

The objective was to determine the effects of acetylsalicylic acid (ASA) supplied the first days postpartum on milk production, blood coagulation time and milk density in fresh dual-purpose cows under tropical conditions. On the day of calving cows were assigned: Group A3; 7 grams of ASA per day for 3 days (n=10); Group A7; 7 grams of ASA per day for 7 days (n=10) and control group (C) (n=10). The cows were milked twice a day. Weekly and for 5 weeks milk and blood samples were taken. Statistical analysis was performed using the STATISTICA 10 software. A3 cows had higher milk production (627.2±38.5 Kg), followed by A7 cows (517.5±37.3 Kg) and the C cows (418.3±42.3 Kg). Cows A3 and A7 had a longer coagulation time (312.7±4.9 and 317.5±5.3 sec; respectively) than the C cows (187.4±6.4 sec). Cows A7 and A3 produced milk with higher ($P \leq 0.05$) density (1.025±0.0006 and 1.023±0.0006 g/ml, respectively) than the C cows (1.021±0.0008 g/ml). Conclusion, treatment with postpartum acetylsalicylic acid in dual-purpose cows in the tropics increased milk production, delayed blood coagulation time and increased milk density.

Keywords: coagulation time, NSAID's, milk production, tropics



INTRODUCCIÓN

En México, el consumo de leche supera su producción y esta tendencia seguirá en el futuro. Además, es relevante indicar que alrededor del 30% del producto nacional es aportado por pequeños productores bajo diversos sistemas de producción (semi-tecnificado, lechería familiar, doble propósito, entre otros), contabilizando un aproximado de 1,470,000 cabezas, distribuidas en más de 100 mil unidades productivas (FIRA, 2001).

Para los productores de leche, el objetivo principal es lograr la mayor producción al menor costo posible, debido a lo anterior deben tener el mejor control de los factores que pueden influenciar en lograr su meta, los cuales van desde el potencial genético, alimentación, confort, estado de salud, hasta los cuidados que deben tener los bovinos dependiendo de la etapa productiva en la cual se encuentren (etapa: seca, lactancia, periparto, entre otra). Adicionalmente, se puede indicar que el periodo “Periparto”, es una de las etapas más importantes, por las que una vaca de ordeño debe pasar, ya que los cuidados que tenga en esta etapa impactarán en la producción de leche de toda la lactancia (Drackley, 2010). Lo anterior, es debido a que la mayoría de los padecimientos en las vacas en producción (mastitis, retención de placenta, metritis, endometritis, hipocalcemia, etc.) se presentan en los primeros 30 días después del parto (LeBlanc *et al.*, 2011).

Además, la importancia del periodo periparto es tan evidente que de cada dos vacas lecheras que inician esta etapa, una presenta problemas de salud durante el primer mes de producción, lo cual representa pérdidas cuantiosas en la producción de leche a la venta (>30%). Lo anterior, sin considerar la leche de desecho, los gastos de medicamentos y el desecho prematuro de vientres (Aleri *et al.*, 2016).

Debido a su relevancia, en los hatos tecnificados de alta producción se han desarrollado diversos protocolos para el cuidado y atención de las vacas en el periodo periparto para tratar de aminorar este problema. Sin embargo, en sistemas de producción de menor tamaño y en sistemas tropicales de leche no se tienen los cuidados más básicos durante el periodo de transición presentándose un mayor número de problemas que impactan la producción de leche en la lactancia completa (Lammoglia *et al.*, 2021).

Estudios recientes desarrollados por Bertoni *et al.* (2015), indicaron que la administración de ácido acetilsalicílico durante los primeros tres días después del parto, se reduce la incidencia de enfermedades y mejora la producción de leche. Con base en



lo comentado con anterioridad, el objetivo del presente estudio fue determinar los efectos del ácido acetilsalicílico suministrado oralmente los primeros días después del parto y su efecto en la producción de leche, tiempo de coagulación y densidad de leche en vacas de doble propósito en condiciones tropicales.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la zona norte de Veracruz en condiciones tropicales. La temperatura media anual es de 22°C y su precipitación pluvial media anual es de 1,076.2 mm. Se utilizaron vacas multíparas de doble propósito próximas al parto de genotipo *Bos indicus* x *Bos taurus* (Cebú x Holstein y Cebú x Suizo americano). Las vacas se manejaron en un sistema de rotación intensiva de pastos tropicales con Brizantha (*Brachiaria brizantha*) y pasto Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*), además se les proporcionó pasto de corte Taiwán (*Pennisetum purpureum schum*) picado, ensilaje de naranja, sales minerales y agua fresca a libre acceso.

Las vacas recibieron un tratamiento preparto que consistió en lo siguiente: Desparasitación (Ivermectina vía subcutánea (0.2 mg/kg; 1 ml/50 kg), aplicación de vitaminas vía intramuscular (Vitamina E (60 mg), Selenio (600 mg), Vitamina ADE (A, 250,000 UI; D3, 375,000 UI y E1 alfa-69 tocoferol acetato, 250 mg) y se les dio un complemento con 2 kg de alimento balanceado al 18% de proteína cruda por vaca por día.

Las vacas al parto fueron asignadas aleatoriamente a uno de los siguientes grupos:

- 1) Las vacas en el grupo control (GC) (n=10) consumieron alimento balanceado (18% PC) y no recibieron tratamiento alguno.
- 2) Grupo A3 (n=10); Estas vacas el día del parto se inició suministro vía oral de 7 g de ácido acetilsalicílico (Aspirina®) durante tres días consecutivos.
- 3) Grupo A7 (n=10); Estas vacas el día del parto se inició suministro vía oral de 7 g de ácido acetilsalicílico (Aspirina®) durante siete días consecutivos.

Después del parto las vacas fueron ordeñadas mecánicamente dos veces al día en un sistema de ordeño tipo parada también conocida como estabulación en cubículos. Todas las vacas durante los ordeños recibieron un suplemento alimenticio al 18% de proteína cruda a razón de 1 kg por cada 3 litros de leche producida. La leche fue medida diariamente utilizando pesadores de leche (Waikato®) integrados a la línea de leche.



Se utilizó la técnica de Lee White para medir el tiempo de coagulación de sangre. Se colectaron las muestras de sangre de cada vaca iniciando después del parto semanalmente y durante 5 semanas. Las muestras de sangre se obtuvieron mediante una punción de la vena coccígea utilizando tubos Vacutainer® y colectando 5 ml de sangre. Posteriormente se vació 1 ml de sangre en el primer tubo, previamente colocados en una gradilla a temperatura ambiente. Enseguida se dio inicio al conteo de tiempo utilizando un cronómetro, se añadió 1 ml de sangre al tubo 2, luego al 3 y 4 (Es importante mencionar que no deben de transcurrir más de 5 segundos entre el vaciado del primer tubo y el último). Una vez concluido este paso se procedió a mover el primer tubo cada 30 segundos hasta que la sangre coaguló y se anotó el tiempo. Este proceso se va repitiendo con el tubo 2, luego el 3 y finalmente, se tomará el tiempo de coagulación al valor obtenido en el cuarto tubo.

El estado de salud de las vacas fue evaluado una vez a la semana durante 5 semanas de la siguiente manera:

- 1) Se determinó la temperatura rectal utilizando un termómetro digital. Temperaturas mayores a 39 °C, se procedió a dar tratamiento.
- 2) La salud del útero fue evaluada utilizando ultrasonografía para determinar retención de placenta o procesos infecciosos como metritis, endometritis o vaginitis y en caso de presentar alguna patología se procedió a dar tratamiento.
- 3) Se realizó la prueba de california para determinar la presencia de mastitis y en caso de presentar el cuadro fueron tratadas.

Semanalmente y durante 5 semanas posteriores al parto se tomó una muestra de leche (1000 ml) por vaca y se pesó esta muestra en una báscula electrónica para determinar su densidad.

Para el análisis estadístico se realizó un análisis de varianza utilizando el software STATISTICA 7®. Cabe resaltar que, debido a una baja prevalencia de problemas de salud y al número de animales utilizados en este estudio se excluyó el efecto del tratamiento en la salud de las vacas.

RESULTADOS

Se encontró un efecto del tratamiento ($P \leq 0.05$) en la producción de leche a 30 días posparto. Las vacas tratadas durante los 3 días posparto con ácido acetilsalicílico (AAS) tuvieron las mejores producciones (627.2 ± 38.5 Kg), seguidas con por las vacas tratadas



con AAS durante 7 días (517.5 ± 37.3 Kg) y produciendo menor cantidad de leche las vacas control (418.3 ± 42.3 Kg).

La producción diaria de leche a 30 días posparto fue afectada por el tratamiento ($P \leq 0.05$) y por la interacción tratamiento x tiempo ($P \leq 0.05$). Todas las vacas incrementaron la producción de leche los primeros 15 días después del parto. Sin embargo, las vacas del grupo A3 tuvieron un mayor incremento que las vacas del grupo A7 y las vacas control (Figura 1).

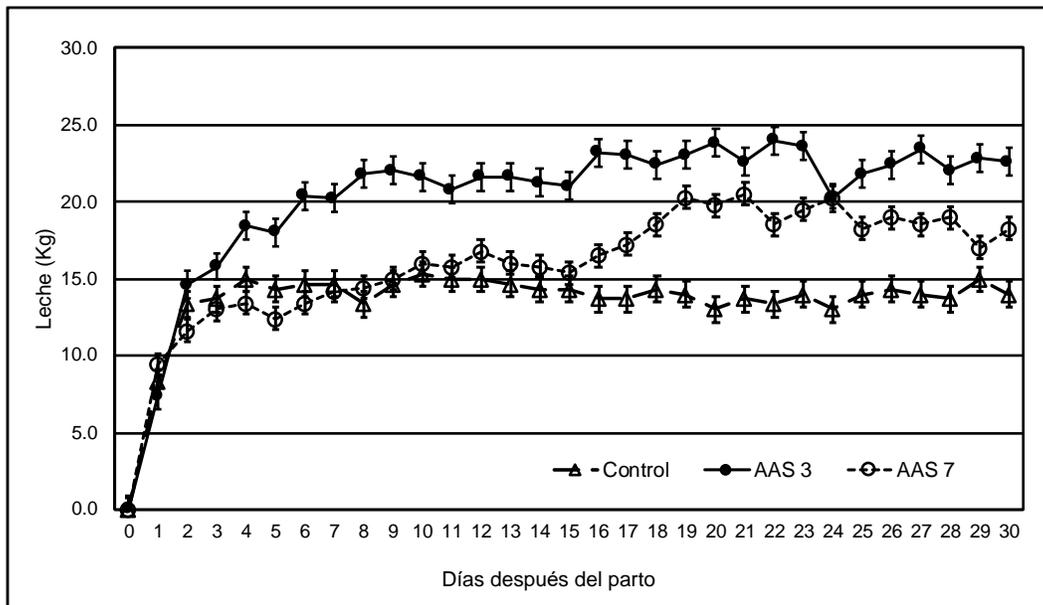


Figura 1. Producción de leche a 30 días posparto afectada ($P \leq 0.05$) por el tratamiento de ácido acetil salicílico a 3 y 7 días posparto en vacas de doble propósito.

El tratamiento afectó ($P \leq 0.05$) el tiempo de coagulación en sangre. Las vacas que recibieron el tratamiento con AAS sin importar el número de días (3 y 7 días) tuvieron un tiempo mayor de coagulación desde la primera hasta la quinta semana posparto en relación al grupo control (Figura 2).

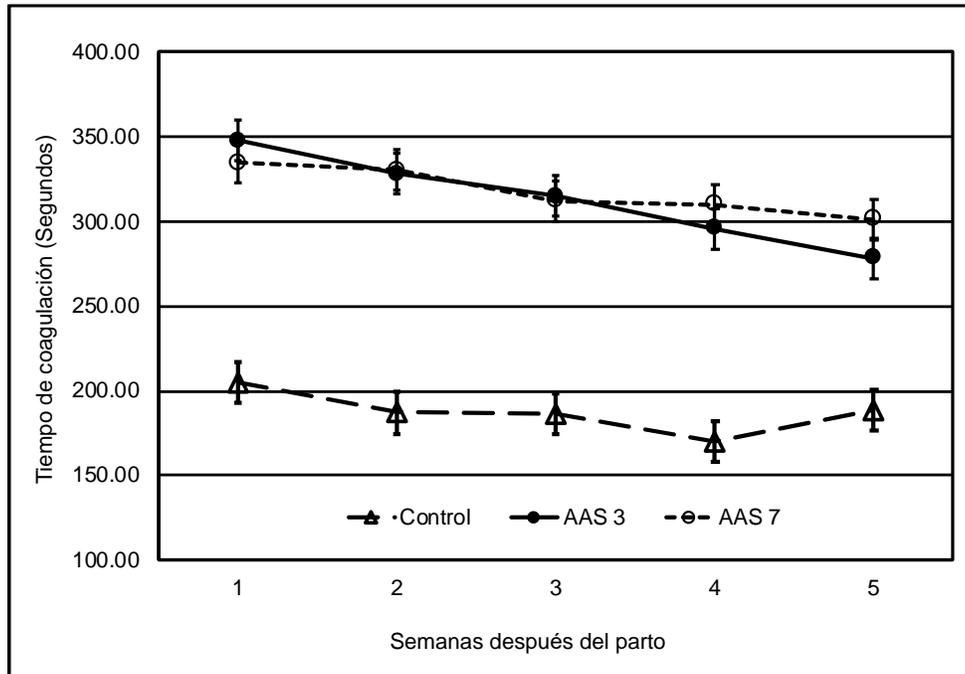


Figura 2. Tiempo de coagulación en sangre afectado ($P \leq 0.05$) por el tratamiento de ácido acetil salicílico a 3 y 7 días posparto en vacas de doble propósito.

A pesar de que no se encontró un efecto de la interacción Tratamiento x Semana ($P \geq 0.05$), si se encontró un efecto semana ($P \leq 0.05$). Todas las vacas en la primera semana posparto tuvieron un tiempo mayor de coagulación comparado con el tiempo de coagulación de la quinta semana ($P \leq 0.05$; Figura 2).

La densidad de leche fue afectada por el tratamiento ($P \leq 0.05$). Las vacas tratadas con AAS durante los 7 días posparto produjeron leche con mayor ($P \leq 0.05$) densidad (1.025 ± 0.0006 gr/ml), seguidas por las vacas tratadas con AAS durante 3 días (1.023 ± 0.0006 gr/ml) y las vacas del grupo control produjeron leche con menor densidad (1.021 ± 0.0008 gr/ml).

DISCUSIÓN

En este estudio se encontró un efecto en el tratamiento de AAS (A3 y A7) en la producción de leche en los primeros 30 días posparto. Las vacas tratadas con AAS por 3 y 7 días produjeron 209 litros más comparadas con las vacas del grupo de control. Así mismo, la producción diaria por vaca fue afectada por AAS. Las vacas con tratamiento de AAS por 3 días posparto obtuvieron los mejores resultados en producción, seguido de las vacas tratadas 7 días comparadas con las vacas del grupo control.



El incremento de la producción de leche en vacas tratadas con AAS en los primeros días en leche fue reportado [Bertoni et al., \(2004\)](#). En ese estudio los autores utilizaron 22 vacas lecheras estabuladas y les inyectaron 15 gr/vaca/día durante 3 días y 7.5 gr/vaca/día por 2 días más. Las vacas tratadas produjeron 934.0 kg de leche en los primeros 30 días, mientras que las vacas control produjeron 835.0 kg. Esto significa una diferencia de producción a una lactancia ajustada a 305 días de 1,000.00 kg de leche a favor del grupo tratado con ASS. De la misma forma, en el presente estudio, se registró una diferencia a 30 días en leche de 209.0 kg a favor de las vacas tratadas con AAS, lo que haría una diferencia de 1,640.0 kg en una lactancia ajustada a 305 días.

Aunque el efecto del AAS aumentó la producción de leche en este estudio, en el trabajo realizado [Bertoni et al., \(2004\)](#) las vacas produjeron más leche. La diferencia puede deberse a que, en dicho estudio se utilizaron vacas lecheras especializadas y estabuladas y en este estudio se utilizaron vacas de doble propósito en pastoreo. También la dosis por día y total de AAS puede haber influenciado, ya que los autores utilizaron 15 gr/vaca/día por 3 días y 7.5 gr/vaca/día por 2 días más haciendo un total de 60 gr/vaca en 5 días y que en este estudio la máxima cantidad de AAS fue de 49 gr/vaca en 7 días.

El incremento en la producción de leche pudo deberse a dos de las propiedades del AAS que son: 1) Vasodilatación y 2) el incremento del flujo sanguíneo. Estas dos propiedades ayudarían aportar más nutrientes a los lactocitos y contribuiría al incremento de la producción de leche. Así mismo, habría que considerar una tercera propiedad favorable del AAS que sería, su capacidad para desinflamar los tejidos de la glándula mamaria con mayor rapidez, contribuyendo a una mejor galactogénesis ([Farney et al., 2013](#)).

El tiempo de coagulación en sangre fue afectada por el tratamiento de AAS, las vacas tratadas tuvieron un tiempo de coagulación de hasta 2.4 minutos más que las vacas del grupo control. El retardo en el tiempo de coagulación en sangre por el AAS es debido a la acción inhibitoria de la enzima ciclooxigenasa ([Kauffman, 1989](#); Córdoba, 1998).

En este estudio la densidad de la leche fue afectada por el tratamiento de AAS, las vacas tratadas tuvieron mayor densidad comparadas con las vacas de grupo control ($P \leq 0.05$). Debido a que la grasa es el único componente de la leche con densidad menor de 1 significa que a mayor cantidad de grasa en la leche menor será su densidad en decir que las vacas tratadas con AAS tuvieron menor cantidad de grasa en leche que



las vacas control de acuerdo con la definición de densidad. Estos resultados son diferentes a los encontrados por Farney *et al.*, (2013) quienes reportaron que las vacas tratadas con AAS tenían mayores concentraciones de grasa en leche indicando que estas vacas tenían densidades de leche más bajas que en vacas no tratadas. La diferencia entre este estudio y el de Farney *et al.*, (2013) puede ser explicado por las siguientes 2 razones:

- 1.- La dosis de AAS utilizada en el estudio de Farney *et al.* (2013) fue de 123.3 ± 5.5 gr/vaca/día y en este estudio la dosis fue 7 gr/vaca/día.
- 2.- La metodología utilizada para determinar la densidad de la leche utilizada por Farney *et al.*, (2013) fue con el analizador B-2000 infrarrojo (Bentley) y en este estudio se utilizó la técnica masa/volumen.

CONCLUSIÓN

El tratamiento con AAS a una dosis de 7 gr por vaca por día durante 3 o 7 días posparto en vacas de doble propósito incrementó la producción de leche, retardó el tiempo de coagulación en sangre y disminuyó la densidad de la leche durante 5 semanas posparto.

REFERENCIAS

- ALERI JW, Hine BC, Pyman, MF. 2016. Periparturient immunosuppression and strategies to improve dairy cow health during the periparturient period. *Research in Veterinary Science*. 108: 8-17. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2016.07.007>
- BERTONI G, Minuti A, Trevisi A. 2015. Immune system, inflammation and nutrition in dairy cattle. *Animal Production Science*. 55:943–948. <https://doi.org/10.1071/AN14863>
- BERTONI G, Trevisi E, Piccioli-Capelli F. 2004. Effects of acetyl-salicylate used in post-calving of dairy cows. *Veterinary Research Communications* 28:217-219. DOI:[10.1023/B:VERC.0000045410.86004.03](https://doi.org/10.1023/B:VERC.0000045410.86004.03)
- CÓRDOBA V. 1998. Las nuevas propiedades de la aspirina. *Salud y Medicina* 283-283.
- DRACKLEY JK, Overton TR, Douglas GN. 2010. Adaptations of Glucose and Long-Chain Fatty Acid Metabolism in Liver of Dairy Cows during the Periparturient Period. *Journal of Dairy Science*. 84:E100–E112. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70204-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70204-4)
- FARNEY JK, Mamedova LK, Coetzee JF, Minton JE, Hollis LC, Bradford BJ. 2013. Sodium and Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *Journal of Dairy Science*. 80:1260-1268. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7088>



KAUFFMAN, G. 1989. Aspirin-induced gastric mucosal injury: lessons learned from the animal model. *Gastroenterology*. 96:606-614. [https://doi.org/10.1016/S0016-5085\(89\)80056-3](https://doi.org/10.1016/S0016-5085(89)80056-3)

LAMMOGLIA MA, Avalos I, Cabrera A, Rojas MA, Garcez N, Tabarez A. 2021. Indicators of immunosuppression peripartum in dual purpose cows in the tropics affected health, productive and reproductive parameters. *Animal Reproduction* 18(4):1-9. <https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2021-0040>

LeBLANC SJ, Osawa T, Dubuc J. 2011. Reproductive tract defense and disease in postpartum dairy cows. *Theriogenology*. 76:1610-1618. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.07.017>



Clave 2023-7V

Contribución nutritiva de los cecótrofos al balance de nutrientes en conejos de ceba alimentados con niveles crecientes de harina de copra de coco desgrasada



Clave 2023-8V

Influencia en la colocación natural de los panales sobre la expresión de las características conductuales y de salud de colmenas *Apis mellifera*.



Clave 2023-9V

Caracterización zoométrica de una población de cabras criollas en la montaña de guerrero

Siliceo-Cantero, Irlanda Judith^{1*}(siliceo.irlanda@colpos.mx), Torres-Hernández, Glafiro¹(glatohe@colpos.mx), Vargas-López, Samuel²(svargas@colpos.mx), Hernández-Mendo, Omar¹(ohmendo@colpos.mx), Lobato-Ortiz, Ricardo¹(rlobato@colpos.mx), Suárez-Espinosa, Javier¹(sjavier@colpos.mx)

¹: Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Montecillo, Edo. de México. 56264. ²: Colegio de Postgraduados-Campus Puebla. 72760 Cholula, Pue. *: Autor responsable siliceo.irlanda@colpos.mx

Antecedentes

La zoometría es una herramienta importante para determinar el fin zootécnico y las características productivas de los caprinos (Macedo, 2017), como también para estimar la capacidad reproductiva (Agga *et al.*, 2011), evaluar la calidad de la canal (Stanford *et al.*, 1995), y predecir el peso corporal de los animales (Mohammed & Amin, 1997). Sin embargo, principalmente es utilizada para caracterizar fenotípicamente recursos genéticos con tipologías similares debido a su evolución (Arthur & Ahunu, 1989) para definir su estructura y proporciones corporales (Getaneh *et al.*, 2022). En México existen pocos estudios sobre la zoometría de cabras criollas. Sierra *et al.* (1997) caracterizaron cabras criollas en la región de la Mixteca de Oaxaca a través de medidas zoométricas, en donde se resaltó la importancia de estos animales debido a su rusticidad; es decir, su gran capacidad de adaptabilidad a las condiciones adversas que enfrenta en los sistemas de producción de trashumancia que se llevan a cabo en esa región. Silva-Jarquín *et al.* (2019) caracterizaron zooméricamente a la cabra criolla negra que se encuentra principalmente en la región centro del país, concluyendo que se trata de una población homogénea con características morfológicas similares y que estas medidas se pueden asociar al fin zootécnico. Vargas-López *et al.* (2007) y Dorantes-Coronado (2015) indicaron que existe una gran relación entre medidas zoométricas y que estas sirven para predecir adecuadamente el peso vivo de las cabras.

Justificación

Los caprinos fueron de los primeros ruminantes que se domesticaron hace más de 10,000 años y su importancia radica en diversos aspectos, entre los que destaca su gran variabilidad genética, su alta capacidad de rusticidad, es decir que se adaptan y son resilientes a condiciones desfavorables tanto de alimentación como climáticas, además de ser fuente importante de alimentos, ya que de ellos se obtienen productos como leche, carne, queso y subproductos comerciales como la cajeta. Sin embargo, se conoce muy poco sobre la zoometría de los caprinos criollos que se encuentran en el territorio mexicano, tanto de sus características productivas como de sus características zoométricas, las cuales juegan un papel importante en este proceso evolutivo y en su



rusticidad, por lo que es importante generar y difundir información que pueda ser utilizada en la conservación y la creación de programas de mejoramiento genético para animales criollos. Por todo lo anterior, es muy importante conocer las características zoométricas de poblaciones de cabras criollas en México, debido a la importancia productiva y social que tienen en regiones marginadas.

Objetivo

El objetivo de este estudio fue caracterizar el peso vivo y variables zoométricas de una población de cabras criollas en la Montaña de Guerrero.

Metodología

El estudio se llevó a cabo en Tlalixtaquilla, Gro., comunidad ubicada en la Montaña de Guerrero. El manejo de los rebaños se da en un sistema de producción extensivo con encierro nocturno. El pastoreo es la principal forma de alimentación de los caprinos, el cual tiene un promedio de 8 horas al día con un desplazamiento de 2 km a las áreas de pastoreo. Los productores orientados a caprinos rentan tierras de pastoreo y pagan hasta \$80.00 por cabra por año. La aplicación de vitaminas es la práctica más común que se lleva a cabo. Los productores usan plantas como la cubat (*Acacia cochliacantha*) para engordar cabras, el ciruelo (*Spondias sp.*) le da buen sabor a la carne. Las plantas tóxicas que se han identificado son el frijolillo (*Sophora secundiflora*) y, de menor importancia, el cazahuate (*Ipomea pauciflora*), capulincillo (*Karwinskia humboldtiana*), cresta de gallo (*Celosia sp.*) y soliman (*Thevetia sp.*).

Respecto a la sanidad, las practicas más utilizadas incluyen el uso de desparasitantes y la vacunación en menor proporción. Los principales problemas de salud son respiratorios, digestivos, abortos y mortalidad dentro del hato.

La selección del semental es la base para el desarrollo del rebaño; sin embargo, para los productores no es importante este aspecto y puede que esté relacionado con el gusto por los caprinos con fenotipo de raza mejorada (García Bonilla et al., 2018). Se utilizaron 65 cabras adultas (3 años en adelante) de 2 comunidades de esa zona en las que, con la ayuda de una regla metálica con barra deslizante, cinta métrica y jaula metálica se midieron peso vivo (PV), ancho de cara (Aca), ancho de cráneo (Acr), longitud de cráneo (Lcr), longitud de orejas (Lore), ancho de orejas (Aore), longitud de cuello (Lcue), ancho de cuello (Acue), longitud corporal (Lcor), perímetro torácico (Ptor), ancho de tórax (Ator), alzada a la cruz (Acru), ancho de grupa (Agru), longitud de grupa (Lgru), altura sacro-lumbar (Asalu), y perímetro de caña (Pcaña). El análisis de estadística totalmente descriptiva del presente estudio se llevó a cabo con el programa R-studio.

Resultados

Los resultados se muestran en el cuadro siguiente.



Cuadro 1. Promedios de peso vivo (kg) y variables zoométricas (cm) de una población de cabras criollas en la Montaña de Guerrero.

Variable	Media \pm e.e.
PV	35.2 \pm 6.8
Aca	11.3 \pm 6.7
Acr	10.6 \pm 1.2
Lcr	12.0 \pm 1.5
Lore	15.8 \pm 1.8
Aore	7.4 \pm 1.3
Lcue	25.5 \pm 2.8
Acue	30.5 \pm 5.0
Lcor	48.1 \pm 4.2
Ptor	82.9 \pm 5.8
Ator	23.7 \pm 2.2
Acru	63.8 \pm 4.3
Agru	12.6 \pm 1.4
Lgru	21.3 \pm 1.3
Asalu	65.2 \pm 3.6
Pcaña	8.8 \pm 0.6

Ver metodología para descripción de las variables.

Martínez-Rojero *et al.* (2014) reportaron un peso vivo mayor en cabras Celtibéricas de Guerrero (43 kg), y un perímetro torácico de 80.7 cm. En cabras criollas de Puebla Vargas-López *et al.* (2007) encontraron promedios similares para las variables alzada a la cruz, ancho de grupa y altura sacro-lumbar. También en cabras criollas del Estado de México, Dorantes-Coronado *et al.* (2015) obtuvieron promedios de peso vivo similares al del presente estudio; sin embargo, esas cabras tuvieron medidas más grandes en longitud corporal, alzada a la cruz, y longitud de oreja, lo que puede explicarse por el entrecruzamiento que esas cabras han tenido principalmente con cabras Nubias. Por su parte, cabras del sur de Etiopía (Dea *et al.*, 2019) tienen promedios menores en peso vivo (31 kg) y longitud de oreja (12 cm) que las cabras criollas del presente estudio. Dea *et al.* (2019) indican que las diferencias en variables zoométricas que pueden observarse en diferentes poblaciones se atribuyen a raza o genotipo, manejo



(instalaciones, alimentación, exposición a cargas de parásitos, etc.) y el ambiente físico donde habitan.

Conclusión

Los promedios que se obtuvieron en las diferentes variables de esta población indican una magnitud aceptable, por tratarse de cabras que han sobrevivido en estos ambientes, en los que el principal factor adverso ha sido la alimentación.

Bibliografía

Agga, G. E., Udala, U., Regassa, F., & Wudie, A. (2011). Body measurements of bucks of three goat breeds in Ethiopia and their correlation to breed, age and testicular measurements. *Small Ruminant Research*, 95(2), 133–138.

<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.09.011>

Arthur, P. F., & Ahunu, B. K. (1989). Changes in size and shape with time of crossbred West African hair sheep raised under tree-crop plantations. *Livestock Production Science*, 21(3), 235–249. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(89\)90053-5](https://doi.org/10.1016/0301-6226(89)90053-5)

García Bonilla, D. V., Vargas López, S., Bustamante González, Á., Torres Hernández, G., Calderón Sánchez, F., & Olvera Hernández, J. I. (2018). La producción de caprinos para carne en la montaña de Guerrero, México. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 15(1), 1–17. <https://doi.org/10.22231/asyd.v15i1.745>

Getaneh, M., Taye, M., Kebede, D., & Andualem, D. (2022). Structural indices of indigenous goats reared under traditional management systems in East Gojjam Zone, Amhara Region, Ethiopia. *Heliyon*, 8(3), e09180.

<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09180>

Macedo, R. (2017). Zoometry: A Useful Tool for Determining the Productive Aptitude of Domestic Ruminants. *Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research*, 5.

<https://doi.org/10.15406/jdvar.2017.05.00140>

Mohammed, I. D., & Amin, J. D. (1997). Estimating body weight from morphometric measurements of Sahel (Borno White) goats. *Small Ruminant Research*, 24(1), 1–5.

[https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(96\)00920-0](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(96)00920-0)

Stanford, K., Mcallister, T., MacDougall, M., & Bailey, D. (1995). Use of ultrasound for the prediction of carcass characteristics in Alpine goats. *Small Ruminant Research - SMALL RUMINANT RES*, 15, 195–201. [https://doi.org/10.1016/0921-4488\(94\)00020-8](https://doi.org/10.1016/0921-4488(94)00020-8)



Clave 2023-10V

**La harina de coco una opción económica para la producción de carne de conejos
en la provincia de guantánamo**



Clave 2023-11V

Diagnóstico de aflatoxicosis subclínica en vacas lecheras, mediante la identificación de cambios bioquímicos

Emmanuel Hernandez Valdivia^{1*}, Arturo Valdivia Flores¹, Carlos Cruz Vazquez²,
Teódulo Quezada Tristan¹, Erika J. Rangel Muñoz¹

¹ Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autonoma de Aguascalientes, Aguascalientes, Mexico. 20131, Mexico. Telefono: +52 449 9107400/8101. ² Instituto Tecnológico El Llano, Aguascalientes, Mexico.

*Autor de correspondencia: emmanuel.hernandez@edu.uaa.mx. Centro.

Las aflatoxinas (AF) son potentes micotoxinas con potencial carcinogénico, teratogénico y mutagénico. Por lo tanto, para proteger la salud humana y evitar la toxicidad en animales, una estrategia común ha sido establecer los límites máximos permitidos de AF (LMP) permitidos en alimentos. El objetivo fue evaluar los cambios en valores bioquímicos y parámetros reproductivos en una exposición natural a largo plazo a varias concentraciones de AF. Noventa novillas Holstein fueron seleccionadas al azar en una granja lechera en el altiplano central de México. Durante dos gestaciones se siguieron en corrales sucesivos asignados según el avance gestacional y el nivel de producción de leche. Mensualmente, se obtuvieron muestras de suero sanguíneo y se analizaron mediante métodos espectrofotométricos, se cuantificaron AF en la ración total mezclada y en leche cruda mediante HPLC. Se cuantifico cada mes la cantidad de AF ingerida, para asignar mensualmente a los animales en algún grupo de LMP (A: <5.0, B: 5.0-9.9, C: 10.0-19.9 o D: ≥ 20.0 $\mu\text{g} / \text{kg}$). Las diferencias significativas entre los grupos de A-D se asociaron con cambios en los valores reproductivos y bioquímicos, especialmente se produjo una disminución en el índice de concepción / primer servicio, proteínas totales y albúmina en sérica; así como un aumento en la tasa de abortos, falla reproductivo, deshecho, tiempo de protrombina, concentraciones de glutatión reducido y la actividad enzimática específica de AF. Estos resultados sugieren que, a largo plazo, cantidades bajas de exposición a las aflatoxinas pueden provocar efectos adversos significativos compatibles con una aflatoxicosis subclínica.

INTRODUCCIÓN

Las aflatoxinas (AF) son metabolitos tóxicos secundarios producidos principalmente por hongos de genero *Aspergillus Flavus*; estas micotoxinas se encuentran contaminando una gran variedad de productos agrícolas ¹. Se ha demostrado que las AF tienen potencial carcinogénico, teratogénico y mutagénico ². Que pueden llegar a desarrollar efectos sinérgicos con otros agentes patógenos . ³



La AF una vez que es ingerida se absorbe rápidamente a nivel gastrointestinal e inicia un proceso de biotransformación hepática, dando origen a la formación de epóxidos altamente reactivos ⁴, Los cuales se unen a los sitios específicos de células nucleófilas para la formación de aductos; ⁶ se ha reportado que la formación de estos aductos genera una alteración en la síntesis de proteínas, factores de la coagulación sanguínea (tiempo de protrombina, TP) y disminución en la respuesta inmune ⁵. La actividad enzimática específica (AEE) aumenta cuando las enzimas unidas a la célula son liberadas al torrente sanguíneo. Por lo tanto, los cambios en la AEE de γ -glutamyl transferasa (GGT), fosfatasa alcalina (ALP), aspartato aminotransferasa (AST) y alanina aminotransferasa (ALT) sugieren un daño hepático producido por el efecto tóxico de la aflatoxina ⁶. La aflatoxina M₁ (AFM₁) es el principal metabolito de la AF derivado de la su formación en el hígado ⁷. Se ha establecido que la AFB₁ presente en la dieta de las vacas lactantes puede ser excretada a través de la leche como AFM₁ ⁷.

Las presentaciones clínicas de en una aflatoxicosis son dependientes de la dosis ingerida y del tiempo de exposición ⁸. La aflatoxicosis subclínica puede ser el resultado de la ingesta a largo plazo de bajas concentraciones de AF en el alimento; aunque la presencia de esta aflatoxicosis a menudo se presenta sin signos clínicos evidentes su existencia.

El objetivo del presente estudio fue evaluar los cambios en los valores bioquímicos y el rendimiento reproductivo a lo largo de una exposición natural crónica a diferentes concentraciones de aflatoxinas.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Diseño del estudio

El diseño del estudio fue observacional y no experimental, se realizó en una explotación lechera ubicada en el altiplano central mexicano (21° 48'N, 102° 03'O; 1986-2008 msnm; clima semi-templado). El hato tenía un total de 839 vaquillas y 2753 vacas con un promedio diario de producción de 26.9 kg/d de leche cruda por vaca lechera. Se seleccionaron aleatoriamente noventa vaquillas Holstein al momento de su primera inseminación artificial exitosa; con una edad entre los 14 y 15 meses. Durante la primera y segunda gestación (26 meses), los animales seleccionados fueron seguidos en corrales sucesivos, que se asignaron de acuerdo con el avance de la gestación y el nivel de producción láctea.

Alimentación, toma de muestras de leche y sangre.

Las muestras fueron obtenidas y analizadas a intervalos mensuales. Las muestras de RTM se obtuvieron directamente de los comederos mediante las técnicas indicadas por



la Norma Oficial Mexicana ⁹. Las muestras de alimento se secaron, homogenizaron, molieron y mantuvieron en refrigeración (4-5 °C) hasta su procesamiento.

Se recolectaron muestras de leche (300 ml) de los dos ordeños diarios de cada vaca bajo estudio. Las muestras se mezclaron completamente en proporción a la cantidad de producción de leche de cada ordeño, se dividieron en alícuotas y se almacenaron hasta su análisis para la cuantificación de AFM₁. Las muestras de sangre de los animales se recolectaron mensualmente mediante punción de la vena coccígea, se centrifugaron para obtener suero o plasma y se almacenaron en viales de polipropileno hasta su análisis.

Análisis para la cuantificación de aflatoxinas

Las muestras de alimento y leche desgrasada se procesaron mediante la técnica de HPLC, según el método AOAC 2000.08 (AOAC 2000). En el análisis mediante HPLC, la cuantificación de AF se realizó utilizando una curva de calibración de AF purificados (B₁, B₂, G₁, G₂ y M₁; Sigma Aldrich, St. Louis, MO, EE. UU.). Los límites de detección inferior (LDI) fueron de 0.3 y 0.05 µg/kg para AF y AFM₁, respectivamente.

Análisis de otras micotoxinas

Se tomaron muestras de la RTM y se analizaron en busca de otro tipo de micotoxinas que pudieran estar presentes en el alimento; zearalenona (ZEN), ocratoxina (OTA), fumonisinas (FB) y desoxinivalenol (DON) mediante kits ELISA competitivos (COKAQ 5100, 2000, 3000 y 4000; AgraQuant, Romer Labs, Union, MO, EE. UU.), De acuerdo con las instrucciones del fabricante. Los LDI fueron 25.0, 2.0, 250 y 250 µg / kg de alimento, respectivamente.

Pruebas bioquímicas

La cuantificación de glutatión reducido se realizó mediante fluorimetría acorde a la metodología establecida¹⁰. Tiempo de protrombina (TP) se analizó utilizando un kit comercial (Tcoag, TriniCLOT-PT Exel, Irlanda). La determinación en las concentraciones de proteína total (TP) y albúmina (ALB) en suero se llevó a cabo de acuerdo con la metodología establecida ¹⁰; AEE de ALT, GGT, AST y ALP se determinaron mediante los métodos de la IFCC.

Análisis estadístico

Basado en la cuantificación de los niveles de AF natural ingerida en la dieta, las vacas fueron asignadas mensualmente a los grupos A, B, C o D (<5.0, 5.0-9.9, 10.0-19.9 y ≥ 20.0 µg/kg AF, respectivamente), de acuerdo con el LMP establecido en diversos



países ¹. Una vez establecidos estos grupos de AF, se utilizó el procedimiento ANOVA de una vía para determinar si había diferencias estadísticamente significativas.

Los datos reproductivos y bioquímicos se analizaron mediante un procedimiento de regresión lineal para asociar la variabilidad de estas variables dependientes a una concentración de AF en la RTM. Todas las diferencias estadísticas significativas se basaron en una probabilidad de $p < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio, se observaron cambios perjudiciales en las vacas lecheras expuestas naturalmente a bajas concentraciones de aflatoxinas en el alimento; se observaron alteraciones en la bioquímica sanguínea, parámetros reproductivos, así como también se detectó la presencia de AFM₁ en la leche. Estos cambios fueron asociados a la presencia de una aflatoxicosis subclínica.

Micotoxinas en el alimento

Durante el estudio, el 99% de las muestras (308/312) de alimento de las vacas estaban naturalmente contaminadas con niveles detectables de AF (Tabla 1). En este estudio no experimental, los niveles de contaminación natural por AF fueron variables en cada uno de los meses de muestreo y en cada comedero. Las diferencias detectadas se atribuyeron a la variación natural de la contaminación de AF en los alimentos, al igual que las condiciones ambientales en que cada lote de alimento se produjo, almacenó y utilizó para elaborar las dietas de las vacas. La presencia de ZEA se detectó esporádicamente solo durante los meses 12, 15, 20, 23 y 26 del estudio (56.3 ± 38.22 $\mu\text{g} / \text{kg}$).

Rendimiento reproductivo

Se detectaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en los parámetros reproductivos de las vacas expuestas a concentraciones más altas de aflatoxinas (Grupo C y D) que afectaron particularmente la tasa de concepción al primer servicio, tasa de deshecho debido a fallas reproductivas, intervalo entre partos sucesivos y la tasa de abortos. Se ha sugerido que la presencia de AF en el ganado lechero es un factor de riesgo para la falla reproductiva, ya que estos compuestos causan inmunosupresión, lo que permite la reactivación de los agentes patógenos que ocasionan abortos y trastornos reproductivos ³.

Alteraciones bioquímicas

Los grupos en nuestro estudio mostraron evidencia de cambios en los parámetros bioquímicos seleccionados en comparación con los valores de referencia establecidos



para el ganado. Este estudio mostró una disminución gradual en las concentraciones séricas de PT cuando la concentración de AF aumentó en el alimento consumido por las vacas. Se observó una reducción de PT (2.7 g/L por AF $\mu\text{g}/\text{kg}$) en la alimentación y una diferencia estadística significativa ($p < 0,00$) entre los grupos A, B, C y D. Así mismo se observó una disminución similar en la concentración sérica de ALB. Durante este estudio, se registró un aumento significativo ($p < 0.001$) en el TP entre grupos A, B, C y D, con un aumento de 17.7 a 19.7 s, aumentando en 0.05 s por μg de AF consumido en la dieta. Este estudio demostró que la concentración sérica de GSH fue significativamente diferente ($p < 0.03$) entre los grupos, presentando un aumento gradual a medida que la concentración de AF en la dieta aumentaba ($2.0 \pm 0.04 - 2.6 \pm 0.03 \text{ nmol}/\text{mL}$).

La AEE en suero mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre todos los grupos de estudio; los animales en el grupo D tuvieron una actividad enzimática específica más alta para ALP, AST y ALT; excediendo los valores de referencia de AEE establecidos para el ganado ¹¹. Efectos similares se han reportado en vacas Holstein intoxicadas con AFB₁ observando un aumento significativo de GGT ($p < 0.05$) en comparación con los valores registrados inicialmente (26.5 vs 29.5 U / L) ¹¹. En nuestro estudio, el aumento en la AEE observado en bovinos de todos los grupos sugiere un efecto adverso causado por la exposición crónica a AF, donde la mayor concentración de AF incrementó la AEE de las vacas lecheras.

AFM₁ en leche

Las vacas del Grupo D se expusieron de manera natural a una dosis más alta de AF en la RTM y mostraron una mayor concentración de AFM₁ en leche a comparación con las vacas del Grupo A (99.7 ± 2.4 vs $15.6 \pm 1.3 \text{ ng}/\text{L}$, respectivamente; $p < 0.00$). Del mismo modo, las vacas del Grupo A tuvieron una mayor tasa de transferencia de AFM₁ a la leche (0.74 vs 0.26%). En nuestro estudio, los niveles de AFM₁ en la leche de todos los grupos (15.6 - 99.7 ng/L) no excedieron los LMP establecidos por la legislación mexicana y estadounidense (500 ng/L). Sin embargo, la concentración de AFM₁ en la leche de los Grupos C y D (58.9 y 99.7 ng / L) excedió el LMP establecido por la Comisión Europea (50 ng / L) ¹.



Tabla 1. aflatoxinas totales en producción de leche (AF), concentración en la ración total mezclada (RTM) y parámetros de regresión lineal de transferencia de aflatoxina M₁ (AFM₁) en la leche y el efecto de AF en RTM

Item	Concentración de aflatoxina (µg/kg)					Intercepto (media±SD)	Pendiente (media±SD)	R ² (%)
	A (<5)	B (5-9.9)	C (10-19.9)	D (≥20)	SEM			
RTM muestras (No.)	78	108	72	54	-	0.00 ²	-	-
Muestras de leche (No.)	57	68	45	34	-	0.00 ²	-	-
AF en RTM (µg/kg)	3.5 ^d	7.1 ^c	13.5 ^b	50.7 ^a	0.41	0.00	-	-
AF en RTM (µg/d)	58.0 ^d	120 ^c	228 ^b	818 ^a	6.5	0.00	-	-
Leche (kg/d)	26.9 ^a	26.9 ^a	26.9 ^a	26.8 ^a	0.01	0.90	-	-
AFM ₁ en leche (ng/L)	15.6 ^d	34.8 ^c	26.9 ^b	80.1 ^a	1.1	0.00	17.2±1.21	2.1±0.089
AFM ₁ en leche (ng/d)	420 ^d	936 ^c	1527 ^b	2146 ^a	31.6	0.00	462±32.6	-0.012±0.002
AFM ₁ en leche (%) ¹	0.80 ^a	0.74 ^a	0.67 ^b	0.36 ^c	0.02	0.00	0.838±0.033	56.9±2.42

RTM = Ración total mezclada

¹AFM₁ Transferencia (%) = excreción de AFM₁ (µg/d) / consumo de AF (µg/d) × 100

² Pruebas de chi cuadrado de Pearson (p < 0.05)

^{a-d} Las medias en las mismas filas con letras diferentes son estadísticamente diferentes.

CONCLUSIÓN

Este estudio describe los cambios en los parámetros reproductivos y hematológicos relacionados con la ingesta a largo plazo de alimentos contaminados naturalmente con AF en cuatro concentraciones diferentes. En las vacas lecheras que ingirieron los niveles más altos de AF durante 26 meses, se observaron cambios significativos en la incidencia del aborto, deshecho por falla reproductiva y aumento del intervalo entre partos. La alteración del proceso de coagulación, la hipoproteinemia y el aumento en la actividad enzimática debido al proceso de desintoxicación de la AF también fueron detectados. Además, se observó la transferencia y excreción de AFM₁ en la leche y con una relación dosis-respuesta en base a la concentración de AF en el alimento. Por otro lado, las vacas lecheras que ingirieron los niveles más bajos difirieron ligeramente de los valores bioquímicos de referencia y mostraron la presencia de AFM₁ en leche, aunque a un nivel tolerado por las regulaciones aplicables. Estos resultados sugieren que el consumo a largo plazo del alimento que contiene concentraciones bajas de AF puede producir efectos adversos en el rendimiento y en la salud animal, lo que es consistente con la aflatoxicosis subclínica.

REFERENCIAS.

1. Food and Agriculture Organization. Worldwide regulations for mycotoxins in food and feed in 2003; FAO Food and Nutrition Paper 81. Italy: FAO; 2004.



2. International Agency for Research of Cancer. Aflatoxins. Pages 171–301 In IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Vol. 82. Some traditional herbal medicines, some mycotoxins, naphthalene and styrene. France: IARC Press; 2002.
3. Dubey JP, Schares G, Ortega-Mora L.M. Epidemiology and control of neosporosis and *Neospora caninum*. *Clin. Microbiol. Rev.* 2007;20(2):323–67. doi: 10.1128/CMR.00031-06.
4. Queiroz OC, Han JH, Staples CR, Adesogan AT. Effect of adding a mycotoxin-sequestering agent on milk aflatoxin M₁ concentration and the performance and immune response of dairy cattle fed an aflatoxin B₁-contaminated diet. *J. Dairy Sci.* 2012;95(10):5901–8. doi: 10.3168/jds.2011-5287.
5. Bingol NT, Tanritanir P, Dede S, Ceylan E. Influence of aflatoxin present in forages and concentrated feeding stuffs on milk and some serum biochemical parameters in goats. *Bull. Vet. Inst. Pulawy.* 2007;51(1):65–9.
6. Stojevic Z, Piršljjin J, Milinković-Tur S, Zdelar-Tuk M, Ljubić BB. Activities of AST, ALT and GGT in clinically healthy dairy cows during lactation and in the dry period. *Vet. Arhiv.* 2005;75(1):67–73.
7. Xiong JL, Wang YM, Nennich TD, Li Y, Liu JX. Transfer of dietary aflatoxin B1 to milk aflatoxin M1 and effect of inclusion of adsorbent in the diet of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2015;98(4):2545–54. doi: 10.3168/jds.2013-7842.
8. Meggs WJ. Epidemics of mold poisoning past and present. *Toxicol. Ind. Health.* 2009;25(9–10):571–6. doi: 10.1177/0748233709348277.
9. Secretaria de Salud (MX). [Official Mexican Standard NOM-188-SSA1-2002. Products and services. Aflatoxins control in cereals for human and animal consumption. Sanitary specifications]. *Diario Oficial de la Federación, Primera Sección* (2002 Oct 15): 22–41. Accessed 2020 May 19. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/188ssa12.html>.
10. Hissin PJ, Hilf R. A fluorometric method for determination of oxidized and reduced glutathione in tissues. *Anal. Biochem.* 1976;74(1):214–26. doi: 10.1016/0003-2697(76)90326-2.
11. 39. Reyes-Velázquez WP, Patricio-Martinez S, Isaias-Espinoza VH, Nathal-Vera M, de Lucas-Palacios E, Rojo F. Total aflatoxins in cows feed and AFM1 in milk in dairy herds from Jalisco State, Mexico. *Tec. Pecu. Mex.* 2009;47(2):223–30.



Clave 2023-12V

Presencia de anticuerpos anti-*Leptospira* en animales silvestres selectos en Noreste de México

Chavez-Sánchez Jesús Francisco^{1*}, Galaviz-Silva Lucio¹, Molina-Garza Zinnia Judith¹, Ávalos-Ramírez Ramiro²

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas. Avenida Universidad S/N, Ciudad Universitaria, San Nicolas de los Garza, Nuevo León, México, C.P. 66450. ²Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Campus Ciencias Agropecuarias, Calle Francisco Villa S/N, Ex Hacienda el Canadá, Gral. Escobedo, Nuevo León México C.P. 66050 *Autor principal y por correspondencia Chávez-Sánchez Jesús Francisco jesuschavez931@hotmail.com, lgs12167@yahoo.com, molinazinnia@hotmail.com, raavarami@gmail.com

Antecedentes

La leptospirosis es una zoonosis de importancia mundial que afecta al humano y a múltiples especies animales domésticas y silvestres (Cilia et al. 2021). Esta enfermedad está catalogada por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) como una de las principales amenazas reemergentes para la salud pública (Bengis et al 2004).

La presencia de anticuerpos en animales silvestres es indicativa de una infección previa o actual, la cual pudo ocurrir al entrar en contacto directo con la orina de un animal infectado o al consumir una presa infectada (Mwachui et al. 2015). Eventualmente, estos animales actúan como portadores asintomáticos de la bacteria convirtiéndose en una fuente importante de contaminación e infección para otros animales en su entorno. La información acerca de la presencia, frecuencia y circulación de la Leptospirosis en fauna silvestre es muy limitada. No obstante, se ha reportado que los animales silvestres son los responsables de causar brotes de leptospirosis en los hatos bovinos (Millan et al.2019) y probablemente esto ocurra en otras especies animales y el humano.

La detección serológica es el método de mayor uso para el diagnóstico de leptospirosis y de estudios de eco-epidemiología (Bharti et al. 2003). La prueba de microaglutinación en campo oscuro es la prueba de referencia estándar para revelar la presencia de anticuerpos anti-leptospira debido a su alta sensibilidad y especificidad (Goris & Hartskeel 2014). Mediante este método se detectan aglutininas séricas específicas, cuando el suero es confrontado contra distintas serovariedades de *Leptospira*; resultando en una herramienta importante en estudios epidemiológicos (Niloofa et al. 2015).



Alrededor del mundo se ha empezado a conocer el rol que juega la fauna silvestre en la epidemiología de la leptospirosis al realizar sondeos sobre las serovariedades que pudieran portar estos animales (Cilia et al. 2020). Lamentablemente, en México existe muy pocos estudios sobre prevalencia de leptospirosis en animales silvestres, principalmente cánidos (Hernandez-Camacho et al. 2010) (Zamora-Ledezma et al. 2016). Por lo que el presente estudio tiene como objetivo principal la detectar la presencia serológica de leptospirosis en animales silvestres selectos en el noreste de México.

Justificación

Dado el riesgo de transmisión zoonótica es necesario conocer la presencia y circulación de la Leptospirosis en fauna silvestre ante la ausencia de datos al respecto y a la posibilidad de que actúen como reservorios de la enfermedad.

Objetivo

El presente estudio tuvo como objetivo la detección de anticuerpos anti-*Leptospira* en diferentes especies de mamíferos silvestres en el noreste de México.

Metodología

El presente estudio se realizó en el estado de Nuevo León ubicado en el Noreste de México, el cuál comprende la latitud (23°06'Norte, 27°50'Sur) y la longitud (98°17'Oeste, 101°07'Este).

Se obtuvieron un total de 102 muestras de sangre a partir de 6 diferentes especies de animales silvestres. Entre ellos Oso negro (N=35), Neotoma nopalero (N=25), Rata gris (N=20), Ratón común (N=15), Armadillo de nueve bandas (N=6) y Zorro gris (N=1).

La sangre fue obtenida por venopunción en diferentes zonas dependiendo de la especie animal. En osos y zorro se obtuvo a partir de yugular; en armadillos, a partir de la vena coccígea y en roedores a partir de punción cardíaca. El suero fue separado mediante centrifuga a 2,500 rpm por 5 minutos y almacenados hasta su procesamiento a -20°C.

La prueba de Microaglutinación en placa (MAT) fue utilizada como referencia para la detección de anticuerpos anti-*Leptospira* en los diferentes animales silvestres y realizada utilizando antígenos vivos. Los antígenos utilizados corresponden con una batería de 9 serovariedades diferentes pertenecientes a 3 especies patógenas de *Leptospira*: *L. interrogans* serovares Bratislava, Canicola, Icterohaemorrhagiae, Pomona, Pyrogenes, Hardjo, Wolffi; *L. kirschneri* serovar Grippotyphosa; *L.*



Los títulos serológicos obtenidos variaron entre 1:100 hasta 1:3,200, donde en los osos un 8.57% (3/35) presentaron títulos de 1:400 y el 5.71% (2/35) presentaron títulos de 1:200. En cuanto a las ratas, el 15% presentó un título de 1:100 (3/20) y el 10% (2/20) presentó un título de 1:200. En los ratones, el 13.33% (2/15) presentó un título de 1:400 y el 6.67% (1/15) presentó un título de 1:1,600. Mientras que el zorro tuvo una titulación 1:3,200 (1/1) (**Tabla 2**).

Tabla 2. Títulos de anticuerpos obtenidos mediante la prueba de microaglutinación en sueros de animales silvestres del noreste de México. Solo se incluyeron los animales y serovariedades con títulos positivos.

Especie Animal	Serovariedades	Títulos de Dilución					
		100	200	400	800	1600	3200
Oso Negro	Bratislava	0	1	0	0	0	0
	Pyrogenes	0	0	3	0	0	0
	Icterohaemorrhagiae	0	1	0	0	0	0
Rata Gris	Bratislava	2	0	0	0	0	0
	Canicola	1	0	0	0	0	0
	Icterohaemorrhagiae	0	2	0	0	0	0
Ratón Común	Bratislava	0	0	1	0	0	0
	Icterohaemorrhagiae	0	0	1	0	1	0
Zorro Gris	Canicola	0	0	0	0	0	1

Discusión

En el presente estudio se detectó la presencia de anticuerpos contra *Leptospira* spp. en suero de animales silvestres en el noreste de México. Las serovariedades Icterohaemorrhagiae y Canicola son cepas adaptadas a los roedores, principalmente rata y ratón, los cuales son referenciados como los principales reservorios de estas serovariedades, diseminando la bacteria a través de su orina e infectando a otros animales domésticos y silvestres (Adler & de la Peña Moctezuma, 2010). En diferentes estudios alrededor del mundo se ha encontrado prevalencias que van desde 10% (Agudelo-Flores et al. 2009) hasta 91.7% (Pelizzaro et al. 2017) en comparación con nuestros resultados donde obtuvimos un 25% en Rata gris y 20% en Ratón doméstico, principalmente a Icterohaemorrhagiae y Canicola. En el presente estudio se obtuvo una frecuencia de 14.29% a las serovariedades Icterohaemorrhagiae, Bratislava y



Pyrogenes en oso negro, el cuál es bajo en comparación con estudios realizados en Estados Unidos, donde obtuvieron prevalencias desde 23% a las serovariedades *Icterohaemorrhagiae*, Bratislava y Canicola (Bronson, Spiker & Driscoll, 2014) hasta 90% únicamente a *Grippotyphosa* (Sasmal et al 2019). Los osos suelen actuar como hospedadores accidentales de diferentes serovariedades de *Leptospira*, por lo que se considera como una especie capaz de perpetuar la enfermedad entre animales domésticos y ser humano (Binninger, 1980). A pesar de haber obtenido una sola muestra de zorro gris, esta resultó positiva a la serovariedad Canicola a una titulación de 1:3200, siendo el título más alto en este trabajo. Los carnívoros, en especial de la familia *Canidae* suelen infectarse al ingerir presas contaminadas con *Leptospira* spp. como los roedores (Hernández-Camacho et al., 2010). La presencia de anticuerpos frente a *Leptospira* en animales silvestres es un indicativo de las serovariedades circulantes entre los animales domésticos en la región, ya que, los animales silvestres suelen infectarse cuando entran en contacto con hatos bovinos, caprinos, ovinos y porcinos (Karpagam K & Ganesh B, 2020). Es imprescindible continuar realizar más estudios para poder ampliar el panorama de leptospirosis en animales silvestres y poder conocer su importancia en la epidemiología de la enfermedad.

Conclusión

Los resultados confirman la exposición de diferentes animales silvestres a *Leptospira interrogans* que pueden diseminar la bacteria, llegando a ser considerados como una amenaza para la salud de otros animales y al ser humano.

Bibliografías

Adler B, de la Peña Moctezuma .2010. *Leptospira* and Leptospirosis. *Veterinary Microbiology*.140(3):287-296.

Agudelo-Flores P, Londoño Andrés, Quiroz V, Ángel J, Moreno N, Loaiza E, Muñoz L, Rodas J. 2009. Prevalence of *Leptospira* spp. In Urban Rodents from a Groceries Trade Center of Medellín, Colombia. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*.81(5): 906-910.

Bengis R, Leighton F, Fischer J, Artois M, Morner T, Tate C. 2004. The Role of Wildlife in Emerging and Re-emerging Zoonoses. *Revue Scientifique et Technique* (International Office of Epizootics). 23(2): 497-511.

Bharti A, Nally J, Ricaldy J, Matthias M, Diaz M, Lovett M, Levett P, Gilman R, Willig M, Gotuzzo E, Vinetz J.2003. Leptospirosis: a zoonotic disease of global importance. *Lancet Infectious Disease*. 3(12): 757-771.



Binninger C, Beecham J, Thomas L, Winward L. 1980. A serologic survey for selected infectious diseases of black bears in Idaho. *Journal of Wildlife Diseases*. 16(3):423-430.

Bronson E, Spiker H, Driscoll C. 2014. Serosurvey for selected pathogens in free-ranging American black bears (*Ursus americanus*) in Maryland, USA. *Journal of Wildlife Diseases*. 50(4):829-836.

Cilia G, Bertelloni F, Fratini F. 2020. Leptospira Infections in domestic and wild animals. *Pathogens*. 9(7): 573

Cilia G, Bertelloni F, Albin S, Fratini F. 2021. Insight into the Epidemiology of Leptospirosis: A Review of Leptospira Isolations From “Unconventional” Hosts. *Animals*. 11:191

Goris M, Harstkeerl R. 2014. Leptospirosis serodiagnosis by the microscopic agglutination test. *Current Protocols in Microbiology*. 32: Unit 12E.5

Hernandez-Camacho N, López-Gonzales C, Guerrero-Carrillo M. 2010. Seroprevalencia de *Leptospira interrogans*, hematología y perfil bioquímico en cánidos silvestres del Parque Nacional El Cimatario, Queretaro, México. *Therya*. 1(3): 121-128.

Karpagam K, Ganesh B. 2020 Leptospirosis: a neglected tropical zoonotic infection of public health importance-an updated review. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*. 39:835-846.

Millan J, Velarde R, Chirife A, León-Vízcaíno L, 2019. Carriage of pathogenic *Leptospira* in carnivores at the wild/domestic interface. *Polish Journal of Veterinary Science*. 22(4):589-598.

Mwachui M, Crump L, Hartskeerl R, Zinsstag J, Hattendorf J. 2015. Environmental and Behavioural Determinants of Leptospirosis Transmission: A Systematic Review. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. 9(9):

Niloofoa R, Fernando N, de Silva N, Karunanayake L, Wickramasinghe H, Dikmadugoda N, Premawansa G, Wickramasinghe R, de Silva H, Premawansa S, Rajapakse S, Handunnetti S. 2015. Diagnosis of Leptospirosis: Comparison between Microscopic Agglutination Test, IgM-ELISA and IgM Rapid Immunochromatography Test. *PLoS One* 10(6): e0129236

Pelizzaro M, Conrado F, Martins C, Joaquim S, Ferreira F, Langoni H, Welker A. 2017. Serosurvey of *Leptospira* spp. And *Toxoplasma gondii* in rats captured from two zoos in Southern Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. 50(06):857-860.



Sasmal I, Gould N, Schuler K, Chang Y, Thachil A, Strules J, Olfenbuttel C, Datta S, de Perno C. 2019. Leptospirosis in urban and suburban American Black bears (*Ursus americanus*) in Western North Carolina, USA. *Journal of Wildlife Diseases*. 55:74-83.

Zamora-Ledezma S, Hernandez-Camacho N, Olvera-Ramírez, Guerrero M, Ruiz-Botello J. 2016. Perfil sanguíneo y análisis de la seroprevalencia de *Leptospira interrogans* en zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y coyote (*Canis latrans*) en dos zonas suburbanas de la ciudad de Querétaro. *Acta Zoológica Mexicana*. 32(3):279-285.



Clave 2023-13V

Selección y consumo de plantas del matorral espinoso tamaulipeco en caprinos machos infectados con *H. contortus* en un experimento de cafetería.

Garza-Martínez Nidia ¹, Zapata-Campos C.¹, Peña-Avelino L¹, Alva-Pérez J ¹, Torres-Acosta J².

(1) Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Medicina Veterinaria Zootecnia “Dr. Norberto Treviño Zapata”, Km. 5 Carretera Victoria-Mante, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. C.P 87274

(2) Universidad Autónoma de Yucatán, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Carretera Mérida-Ixmatkuil Km 15.5 C. P 97100.

Antecedentes: La presencia de nematodos gastrointestinales (NGI), es un factor que disminuye la productividad caprina en Tamaulipas. Justificación: Los NGI en caprinos, podrían afectar el consumo de plantas del matorral espinoso tamaulipeco (MET), Objetivo: Relacionar el consumo de *P. purpureum* (PP), *A. rigidula* (AR), *L. Leucocephala* (LL), *C. bosseri* (CB) en machos caprinos (MC) infectados con *H. contortus* (HC) en un experimento de cafetería. Metodología: 14 MC distribuidos en: grupo infectado (GI), con 6000 L3 de HC; y grupo no infectado (GNI) se les presentó en corrales individuales 4 charolas conteniendo cada una de las plantas (200 g) durante 16 días divididos en dos fases en la última de estas se eliminó PP. El tiempo de observación fue de 60 min (Ventura-Cordero et al., 2016). Se colectaron heces directamente del recto antes y después del experimento diario y se analizaron con la técnica de McMaster. Resultados: El consumo total, estuvo por arriba en los animales infectados ($P= 0.01114$) y se observó un mayor consumo ($P< 0.05$) en el siguiente orden: PP (299.9 g), AR (182 g), CB (108 g) y LL (104 g), en la fase 1, mientras que en la fase 2 al retirar PP, el mayor consumo lo obtuvo LL (243.3 g), AR (177.3 g) y CB (106.7 g) ($P<0.05$). Se observó una disminución de la excreción de huevos (HPG) en el GI en la segunda fase (2242.1 vs 1842.9 HPG) ($P<0.05$) y una disminución en el consumo (<150.55 g) ($P<0.05$). Discusión: HC por su forma de alimentarse al ser hematófago provoca daños histológicos y en el equilibrio hematopoyético del hospedador (Angulo-Cubillán et al., 2017). Por lo que existe secuestro de aminoácidos para reparar el daño histológico en el abomaso, así también se ha observado que la presencia de este parásito disminuye el consumo voluntario, sin embargo, se sugiere que para cubrir las pérdidas de nutrientes se requiere un aporte de proteína y energía en casos de infección por este NGI (Mendez-ortiz et al., 2019). Esto puede relacionarse al hecho que los MC consumieron más PP, AR y LL en ambas fases, debido a que la PP es una planta que se caracteriza por una alta palatabilidad, pero también por presentar un buen aporte de energía (EM Kcal/g/MS) (NRC, 1989) y por otra parte las leguminosas son una fuente importante de proteína (Maasdorp, 1999). Conclusión:



Animales infectados con *H. contortus*, aumentan el consumo del MET. Bibliografía: Ingale, S. L., Mulik, S. V., Suryawanshi, A., & Zadbuke, S. (2010). Nutrition-parasite interaction-a review. *Agricultural Reviews*, 31(1), 48-55.

National Research Council. 1989. Animal Wastes. Underutilized Resources as Animal Feedstuff. National Academy Press. Washington, USA. 121 p.

Ventura-Cordero, Torres-Fajardo, R. A., González-Pech, P. G., Sandoval-Castro, C. A., Ventura-Cordero, J., & Torres-Acosta, J. F. J. (2019). Criollo goats limit their grass intake in the early morning suggesting a prophylactic self-medication behaviour in a heterogeneous vegetation. *Tropical Animal Health and Production*, 51(8), 2473–2479. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01966-3>



Clave 2023-14V

Heterogeneidad de varianzas para características de conformación en cabras lecheras de Estados Unidos de América

Alma Arianna Lechuga-Arana¹, Abner Josué Gutiérrez-Chávez², Hugo Montaldo³, Vielka Jeanethe Castañeda-Bustos⁴, José Antonio Hernández-Marín² y Mauricio Valencia-Posadas^{2*}

¹Universidad para el Bienestar Benito Juárez García, plantel Cuernavaca, Guanajuato. ²Universidad de Guanajuato, Campus Irapuato Salamanca, División de Ciencias de la Vida. ³Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. ⁴Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas. Autor responsable: alma.arana@ugto.mx. Autor de correspondencia*: posadas@ugto.mx

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar heterogeneidad de varianzas en 13 características lineales de conformación (CLC) y puntos finales de cabras lecheras de Estados Unidos de América (EUA). Se utilizaron 10,586 registros depurados de primeras clasificaciones de conformación para estimar los componentes de varianza de los rasgos de tipo en siete razas. Se evaluaron 3 diferentes modelos animales univariados y multivariados asumiendo diferentes supuestos en las varianzas: 1. MHO=modelo multivariado con varianzas homogéneas a través de raza; 2. UHO= modelo univariado con varianzas homogéneas a través de raza, y 3. UHE=modelo univariado con varianzas heterogéneas para cada una de las razas. Se evaluó el ajuste de los modelos con el criterio de información de Akaike y el criterio de información Bayesiano. Para evaluar efectos en el reordenamiento de los animales, se estimaron valores genéticos predichos (VGP) y las confiabilidades en todas las razas con los 3 modelos y se estimaron las correlaciones entre ellos. El modelo MHO presentó el mejor ajuste y debido a que las correlaciones obtenidas entre los VGP fueron altas para las características de conformación, se observó un reducido reordenamiento de los animales por lo que se puede sugerir continuar utilizando un modelo de evaluación de los rasgos de conformación suponiendo homogeneidad de varianzas a través de raza en la población de cabras lecheras de EUA.

INTRODUCCIÓN

Las características de conformación en ganado caprino tiene como objetivo actuar sobre la longevidad funcional de los animales, reduciendo la frecuencia de defectos morfológicos y en características de ubre, la selección de ciertos rasgos que facilite el trabajo de ordeño e incidan sobre la salud de la ubre como en la disminución de mastitis (Clement *et al.*, 2006; Castañeda-Bustos *et al.*, 2017). En la Asociación Americana de Cabras Lecheras (ADGA, del inglés American Dairy Goat Association), de EUA se evalúan 13 CLC y el modelo que se utiliza en la evaluación genética es a través de raza



y se asume homogeneidad de varianzas (Luo *et al.*, 1997; Wiggans y Hubbard, 2001). Si las características lineales de conformación se analizan incluyendo todas las razas de los rebaños, como es usual, se asume que los componentes de varianza genética y ambiental son apropiados para todas las razas incluidas y que no hay expresión de heterosis (Luo *et al.*, 1997). Las consecuencias de no tomar en cuenta la existencia de heterogeneidad de la varianza genética o ambiental en los programas de mejora son la reducción de la exactitud de predicción de los valores genéticos predichos de los candidatos a la selección, la consecuente disminución del progreso genético y la reducción de la eficiencia de los programas de mejoramiento genético (Garrick y Van Vleck, 1987). Por lo anterior, es necesario evaluar la conveniencia de continuar usando un modelo a través de raza con varianzas homogéneas en la evaluación genética de las CLC de cabras lecheras en los EUA, cuando existen evidencias de heterogeneidad de varianzas para estos rasgos. Esto se puede evaluar a través de la estimación de correlaciones entre los valores genéticos predichos (VGP) obtenidos de diferentes modelos uni o multivariados, con distintos supuestos en sus varianzas, entre y dentro de raza y observar efectos en el reordenamiento de los animales. La información generada en este trabajo puede ayudar a mejorar los modelos estadísticos de evaluación de los rasgos de tipo, considerando la posibilidad de existir varianzas genéticas aditivas y ambientales heterogéneas. El objetivo de este estudio fue evaluar heterogeneidad de varianzas en características de conformación en cabras lecheras de Estados Unidos de América.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron registros productivos y genealógicos de la ADGA del período 1997 a 2015, con información de las razas Alpina (AL), Sable (CC), Saanen (SA), Experimental (EX), La Mancha (LN), Enana Nigeriana (EN), Nubia (NU), Oberhasli (OH) y Toggenburg (TO). Incluían también la identificación de rebaño, fecha de apreciación lineal y las CLC: estatura (EST), fortaleza (FOR), carácter lechero (CLE), ángulo de la cadera (ACA), ancho de la cadera (ANC), ligamento delantero de la ubre (LDU), altura de la ubre posterior (ALU), arco de ubre posterior (ARU), patas traseras vistas de lado (PTL), profundidad de la ubre (PDU), diámetro de pezones (DPE), colocación de los pezones (CPE), ligamento medio suspensorio (LMS), evaluadas en una escala de 1 a 50 puntos, y un rasgo adicional llamado puntos finales (PFI), evaluado de 50 a 99 puntos (ADGA, 2014). Estas CLC fueron previamente ajustadas para la edad a la apreciación (Luo *et al.*, 1997) y para garantizar la calidad de los resultados, se llevó a cabo un proceso de edición de registros. El número total de registros, después de la depuración de los archivos fue de 15,234 cabras y de estos, 10,586 fueron primeras calificaciones de CLC. El pedigrí se ordenó generacionalmente y se recodificó utilizando el programa



Pedigree Viewer 6.3 (Kinghorn y Kinghorn, 2009); el archivo final contenía información completa sobre 19,956 individuos. La edad a la apreciación lineal de los animales (EA) se calculó en días como la diferencia entre la fecha de la última apreciación menos la fecha del último parto, y el resultado fue multiplicado por 30.5. Se definieron tres épocas de parto (EP): 1= sólo para el mes de marzo (n=5214); 2=meses de abril y mayo (n=5617) y, 3=meses de junio a febrero (n=4403). Posteriormente, EP se combinó con número de parto (NP) (cinco niveles de 1 a 5 partos) sólo para el análisis dentro de raza y se obtuvieron 15 niveles de número de parto-época de parto (NPEP). Para el análisis a través de razas, se añadió el efecto raza (RA) al factor combinado NPEP, obteniendo 105 niveles de número de parto-época de parto-raza (NER). Para estos análisis, fue utilizada únicamente la primera clasificación de conformación y se estimaron previamente las varianzas promedio: genética aditiva (A), para hato-año (HA) y error, con el mismo modelo usado para estimar los componentes de varianza. Para observar si las diferencias entre las varianzas obtenidas dentro y a través de raza tenían importancia sobre los valores genéticos predichos (VGP), suponiendo un posible reordenamiento de los animales, se estimaron los VGP por medio de la metodología del mejor predictor lineal insesgado (BLUP por sus siglas en inglés best linear unbiased predictor) con el programa ASReml 3.0 (Gilmour et al., 2009). Se utilizaron tres diferentes modelos animales para la obtención de los VGP y la confiabilidad para cada característica. 1. MHO. Modelo multivariado para las 13 trece CLC y PFI con varianzas homogéneas a través de raza, el cual incluyó los efectos fijos de: edad a la apreciación (EA) lineal y al cuadrado como covariable, número de parto-época de parto-raza (NER), año (Y) y hato (H), mientras que los efectos aleatorios fueron: los efectos genéticos aditivos del animal (A) y hato-año (HA). 2. UHO. Modelo univariado para las 13 trece CLC y PFI con varianzas homogéneas a través de raza, el cual incluyó los efectos fijos de: edad a la apreciación (EA) lineal y al cuadrado como covariable, número de parto-época de parto-raza (NER), año (Y) y hato (H), mientras que los efectos aleatorios fueron: los efectos genéticos aditivos del animal (A) y hato-año (HA). 3. UHE. Modelo univariado para las 13 trece CLC y PFI con varianzas heterogéneas para cada una de las razas, el cual incluyó los efectos fijos de: edad a la apreciación (EA) lineal y al cuadrado como covariable, número de parto-época de parto (NE), año (Y) y hato (H), mientras que los efectos aleatorios fueron: la raza del animal (R), los efectos genéticos aditivos del animal (A) y hato-año (HA). La bondad de ajuste de los tres modelos utilizados se evaluó por medio del criterio de información de Akaike y el criterio de información Bayesiano. Posteriormente se obtuvieron para cada característica las correlaciones entre los VGP obtenidos de los tres diferentes modelos, para estimar el grado de reordenamiento de los reproductores.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Debido a la importante cantidad de resultados obtenidos en este estudio, se presentan solamente los más relevantes, en particular las correlaciones entre los VGP de los distintos modelos evaluados. Los resultados de las correlaciones entre los VGP con tres distintos modelos oscilaron desde 0.73 hasta 0.99, sin embargo, estos valores elevados de correlaciones no permitió observar una diferencia significativa entre dichos modelos, con excepción de algunas características analizadas para las razas Enana Nigeriana y Oberhasli, en las cuales se identificaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tres distintos modelos. El tamaño de muestra pareció afectar el nivel de significancia de las correlaciones entre los VGP; en Nubia se encontraron correlaciones no significativas ($P > 0.05$) de menor magnitud que en Oberhasli, en donde sí resultaron significativas las correlaciones. La raza Alpina obtuvo correlaciones de 0.78 a 0.99, LaMancha de 0.73 a 0.99, Nubia de 0.76 a 0.98, Saanen de 0.76 a 0.99, Oberhasli de 0.68 a 0.99 y Toggenburg de 0.73 a 0.99. En la raza Oberhasli, las diferencias significativas se encontraron en las correlaciones obtenidas entre los modelos UHE-MHO y UHE-UHO para PFI (0.78 y 0.83), LDU (0.84, 0.90) y ARU (0.75, 0.80), además entre UHE-MHO para EST (0.85), FOR (0.80), ANC (0.82), ALU (0.82), PDU (0.85) y LMS (0.84), y entre los modelos UHO-MHO, UHE-UHO y UHE-MHO para CLE cuyas correlaciones fueron 0.80, 0.68 y 0.87. En lo general las confiabilidades fueron bajas más altas se obtuvieron también en ambas razas en el modelo univariado con varianzas heterogéneas (UHE), de 27.5% vs 23.2 y 20.8% en los modelos MHO y UHO en raza Nubia, y de 29.1% vs 20.1 y 17.8 % en el mismo orden de modelos, respectivamente. En la mayoría de los casos las correlaciones fueron cercanas a 1 (≥ 0.91), lo que sugiere similitud en los VGP indistintamente del modelo utilizado para una determinada característica de tipo. Los trabajos de evaluación genética que se han desarrollado en los últimos años en Francia y EUA, utilizando un criterio multivariado, a través de razas con varianzas homogéneas, ha sido un criterio adecuadamente aplicado para las características de conformación, lo que coincide con el resultado obtenido por los criterios AIC y BIC de este estudio. Los valores promedios de la confiabilidad fueron mayores en las características cuya heredabilidad también fue alta, lo que concuerda con lo descrito por Luo et al., (1997) quienes mencionan que generalmente esta confiabilidad aumenta a medida que aumenta la heredabilidad y el número de registros disponibles en la evaluación de cada candidato y en el caso de machos, del número de rebaños en donde las hijas se encuentran. Las características de tipo en cabras lecheras se han evaluado en EUA con un modelo animal multi-raza, que ajusta las observaciones de tipo para edad, el efecto de la fecha de evaluación del rebaño, el mérito genético de la hembra y el efecto del ambiente permanente; las evaluaciones resultantes no se ajustan para las diferencias



entre razas y, por lo tanto, son comparables entre las razas (ADGA, 2018). Si la conformación en cada raza se estimara respecto a cada estándar racial, los valores de las características entre razas no serían comparables en términos cuantitativos, sin embargo, en los datos donde existen varios hatos-años con pocas cabras, la evaluación genética con modelos multi raza, sería más precisa porque los efectos de hatos-año serán mejor estimados. La selección asumiendo homogeneidad de varianzas puede ser muy eficiente cuando la h^2 , y por lo tanto la precisión de la selección, es mayor en el ambiente más variable. Por el contrario, hay una reducción apreciable de la respuesta a la selección cuando la h^2 es mayor en el entorno menos variable (Garrick y Van Vleck, 1987).

CONCLUSIONES

Las correlaciones obtenidas entre los valores genéticos predichos con los tres distintos modelos asumiendo ser univariado o multivariado, con homogeneidad o heterogeneidad de varianzas, fueron altas para las características de conformación en las siete razas de cabras evaluadas, observando un reducido reordenamiento de los animales y valores genéticos similares. Se sugiere continuar usando un modelo de evaluación suponiendo homogeneidad de varianzas a través de raza en los rasgos de tipo en cabras de los EUA.

REFERENCIAS

- ADGA, 2014. American Dairy Goat Association. Linear appraisal system for dairy goats. Linear Appraisal Program, Spindale, NC, USA: ADGA.
- ADGA. 2018. The American Dairy Goat Association. Genetic Evaluations and the ABC's of ETA's, PTA's and PTI's. <http://adga.org/performance-programs/genetic-evaluations/>
- Castañeda-Bustos, V.J, Montaldo, H., Valencia-Posadas, M., Shepard, L., Pérez- Elizalde, S., Hernández-Mendo, O., Torres-Hernández, G. 2017. Linear and non-linear genetic relationships between type traits and productive life in US dairy goats J. Dairy Sci. (100): 1-14.
- Clément, V., P. Martin, y F. Barillet. 2006. Elaboration of a total merit index combining dairy and udder type traits. Renc. Rech. Ruminants.13:2009-2012.
- Garrick, D.J., y L.D. Van Vleck. 1987. Aspects of selection for performance in several environments with heterogeneous variances. J. Anim. Sci. 65: 409-421.
- Gilmour, A.R., Gogel, B.J., Cullis, B.R. y Thompson, R. 2009. ASReml User Guide Release 3.0. VSN International Ltd., Hemel Hempstead, UK.
- Kinghorn, B., y S. Kinghorn. 2009. Pedigree Viewer 6.3. Accessed Mar. 14, 2012. <http://metz.une.edu.au/~bkinghor/pedigree.htm>.
- Luo, M.F., Wiggans, G.R., y Hubbard, S.M. 1997. Variance component estimation and multitrait genetic evaluation for type traits of dairy goats. J. Dairy Sci. 80: 617 594-600.
- Wiggans, G.R. y Hubbard, S.M. 2001. Genetic evaluation of yield and type traits of dairy goats in the United States. J. Dairy Sci. 84 (E. Suppl.): E69-E73.



Clave 2023-15V

Parámetros genéticos en características de conformación en cabras lecheras de Estados Unidos de América

Alma Arianna Lechuga-Arana¹, César Andrés Ángel-Sahagún², Mauricio Arredondo-Castro², Diana Angélica Gutiérrez-Arenas², Vielka Jeanethe Castañeda-Bustos³ y Mauricio Valencia-Posadas^{2*}

¹Universidad para el Bienestar Benito Juárez García, plantel Cuerámara, Guanajuato. ²Universidad de Guanajuato, Campus Irapuato Salamanca, División de Ciencias de la Vida. ⁴Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas. Autor responsable: alma.arana@ugto.mx. Autor de correspondencia*: posadas@ugto.mx

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue estimar parámetros genéticos para trece características lineales de conformación (CLC) y puntos finales de siete razas de cabras lecheras de los Estados Unidos de América utilizando 15,234 registros depurados. Se estimaron heredabilidades (h^2), repetibilidades (r) y correlaciones genéticas (r_G) y fenotípicas (r_F) por raza y para un conjunto de todas las razas utilizando modelos a través de raza y dentro de raza. Para la estimación de las covarianzas se utilizaron modelos animales bivariados. Las h^2 oscilaron entre 0.15 y 0.80 en las diferentes CLC de los diferentes grupos genéticos, la más baja para altura de la ubre posterior (0.15) en raza Toggenburg, y la más alta para estatura (0.80) en la raza Enana Nigeriana. En muchos de los rasgos las repetibilidades fueron iguales o ligeramente mayores que las heredabilidades. Las r_G más altas se estimaron entre las características fortaleza y carácter lechero (alrededor de 0.90), así como entre estatura y ancho de cadera (0.71) para los diferentes grupos genéticos. Las correlaciones fenotípicas, en general fueron bajas. Las características lineales de conformación y puntaje final mostraron de moderada a alta variación genética, por lo que estas pueden ser mejoradas a través de la selección.

INTRODUCCIÓN

Los programas de mejoramiento genético en ganado caprino pueden ser más eficientes al incluir las características de conformación al propiciar que la selección en el aumento de la productividad no vaya acompañada del deterioro de la aptitud funcional (McLaren et al., 2016). Esto permite que las cabras permanezcan mayor tiempo dentro del rebaño productivo y ser más rentables (Valencia y Montaldo, 2003). En la Asociación



Americana de Cabras Lecheras (ADGA, del inglés American Dairy Goat Association), de los Estados Unidos de América (EUA) se evalúan 13 CLC: estatura (EST), fortaleza (FOR), carácter lechero (CLE), ángulo de la cadera (ACA), ancho de la cadera (ANC), ligamento delantero de la ubre (LDU), altura de la ubre posterior (ALU), arco de ubre posterior (ARU), patas traseras vistas de lado (PTL), profundidad de la ubre (PDU), diámetro de pezones (DPE), colocación de los pezones (CPE), ligamento medio suspensorio (LMS), evaluadas en una escala de 1 a 50 puntos, y un rasgo adicional llamado puntos finales (PFI), evaluado de 50 a 99 puntos (ADGA, 2014). Sin embargo, en la actualidad no existe información de parámetros genéticos para CLC en cabras de las razas Toggenburg, Oberhasli, LaMancha y Nubia. La información generada en este trabajo puede ayudar a mejorar los modelos estadísticos de evaluación genética de rasgos de conformación, considerando posibles diferencias de parámetros entre razas (Luo *et al.*, 1997). El objetivo de este estudio fue estimar parámetros genéticos para características de conformación en cabras lecheras de Estados Unidos de América.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron registros productivos y genealógicos de la ADGA de EUA, del período 1997 a 2015, y contenía información de las razas Alpina (AL), Saanen (SN), La Mancha (LM), Enana Nigeriana (EN), Nubia (NU), Oberhasli (OH) y Toggenburg (TO). Las calificaciones de las CLC fueron previamente ajustadas para la edad a la apreciación (Luo *et al.*, 1997). Se llevó a cabo un proceso de edición quedando 15,234 cabras hijas de 4,583 padres y 7,731 madres, y se generó una base de datos para cada una de las razas. Se incluyeron en los análisis las recalificaciones que tuvieron las cabras y se utilizó un modelo animal univariado mixto de repetibilidad dentro y a través de raza, a fin de obtener las h^2 y r para las características de tipo. Se calcularon: la edad a la apreciación lineal (EA), tres épocas de parto (EP) y posteriormente, EP se combinó con número de parto (NP) y se obtuvieron 15 niveles de NP-EP. Para el análisis a través de raza se añadió el efecto raza (RA) obteniendo 105 niveles de NP-EP-RA. El modelo a través de raza incluyó como efectos fijos NP-EP-RA y EA lineal y al cuadrado como covariable, y el efecto genético aditivo del animal, hato-año, ambiente permanente y residual como efectos aleatorios. El modelo dentro de raza fue similar pero el efecto combinado fijo solo incluyó NP-EP. Se utilizó el procedimiento REML para estimar los componentes de varianza con el programa ASReml 3.0 (Gilmour *et al.*, 2009). El pedigrí se ordenó generacionalmente y se recodificó utilizando el programa Pedigree Viewer 6.3 (Kinghorn y Kinghorn, 2009); el archivo final tuvo información completa de 19,956 individuos. La convergencia se asumió cuando el cambio de la verosimilitud fue menor a 0.002 y el cambio en los parámetros menor al 1% (Gilmour *et al.*, 2009). Se estimaron



intervalos de confianza al 95% para las h^2 de las CLC y las correlaciones genéticas y fenotípicas se obtuvieron con análisis bivariados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los promedios de los puntajes de las características lineales de conformación y el puntaje final de cada grupo racial fueron diferentes. Se encontraron diferencias en las varianzas fenotípicas, ambientales, de ambiente permanente, genéticas aditivas y totales para las CLC entre los diversos grupos genéticos, incluso para la misma característica, lo que repercutió directamente sobre los parámetros estimados. Se obtuvieron heredabilidades diferentes para la misma característica a través de los grupos genéticos. Los valores de los estimados de h^2 oscilaron entre 0.15 y 0.80 en las diferentes CLC, la más baja para ALU (0.15) en raza TO, y la más alta para EST (0.80) en la raza EN (Cuadro 1). Con base en la información de cabras de EUA y modelos de análisis a través de raza, Luo *et al.* (1997) y Wiggans y Hubbard (2001), obtuvieron valores de h^2 para FOR, CLE, ACA, PTL LDU ALU y LMS (0.29, 0.24, 0.32, 0.21, 0.25, 0.25 y 0.33, respectivamente), resultados similares a los obtenidos en este trabajo (0.28, 0.20, 0.32, 0.23, 0.26, 0.28 y 0.34, respectivamente), mientras que para PFI y el resto de las CLC (EST, ANC, ARU, PDU CPE y DPE) los valores de dichos autores (0.27, 0.52, 0.27, 0.19, 0.25, 0.36 y 0.38, respectivamente), fueron menores, con respecto a los obtenidos en el presente trabajo (0.44, 0.71, 0.43, 0.28, 0.31, 0.42 y 0.52, respectivamente). Las h^2 estimadas por Castañeda-Bustos *et al.* (2017) quienes utilizaron también información de cabras de EUA, en general fueron menores para 12 CLC (EST: 0.20, FOR: 0.14, CLE: 0.07, ACA: 0.15, ANC: 0.13, PTL: 0.10, ALU: 0.18, ARU: 0.20, LMS: 0.21, PDU: 0.21, CPE: 0.32, DPE: 0.28) y PFI (0.18), con respecto a las obtenidas en este trabajo (EST: 0.71, FOR: 0.28, CLE: 0.20, ACA: 0.32, ANC: 0.43, PTL: 0.23, ALU: 0.28, ARU: 0.28, LMS: 0.34, PDU: 0.31, CPE: 0.42, DPE: 0.52) y PFI (0.44), con excepción de LDU (0.25) que fue similar a lo obtenido en el presente estudio (0.26). El error estándar de las h^2 varió de 0.02 a 0.13, dependiendo de la característica y de la raza, asociado al tamaño de muestra, pero se considera adecuado al ser punto de referencia en algunas razas. En lo general, las repetibilidades de las CLC fueron similares a las heredabilidades en los distintos grupos genéticos, con incrementos particularmente en las razas NU, LM y SN. Las correlaciones genéticas positivas más fuertes para los diferentes grupos genéticos se estimaron entre las características FOR y CLE (alrededor de 0.90), así como entre EST y ANC (0.71). Las correlaciones fenotípicas en general fueron bajas a excepción de FOR y CLE, donde se estimaron valores cercanos a -0.34, mientras que ANC con EST y PFI con ARU con valores similares pero positivos. En la raza AL las r_G y r_F más altas se estimaron entre EST y ANC (0.68 ± 0.03 y 0.46 ± 0.02 , respectivamente). Valores superiores a 0.50 solo se



estimaron entre PFI con CLE, ACA, LDU y ARU. Para la raza LM, las rG más fuertes se presentaron entre ANC con EST (0.75 ± 0.07) y FOR (0.54 ± 0.07) así como para FOR con PTL (-0.60 ± 0.10). La rF con un valor superior que 0.50 fue únicamente entre EST con ANC (0.52 ± 0.02). En la raza EN las rG más altas se presentaron entre EST y ANC (0.76 ± 0.06), LDU y ALU (0.82 ± 0.28), PDU y DPE (0.85 ± 0.72) y ALU y PFI (0.80 ± 0.19). En esta misma raza los valores obtenidos para las rF fueron bajos. Las rG para la raza TO fueron moderadas en general y las rF resultaron de moderadas a bajas. En la raza NU se estimaron rG fuertes entre EST y ANC (0.74 ± 0.03), ALU y ARU (0.51 ± 0.06), LMS con PDU (-0.51 ± 0.07), y las rF en general fueron bajas. Para la raza OH las rG más intensas se presentaron entre ARU con diferentes características como ACA, LDU, ALU y PDU (0.95 ± 0.49 , 0.95 ± 0.30 , 0.72 ± 0.70 y -0.84 ± 0.64 , respectivamente). Las rG en la raza SN fueron moderadas, sin embargo entre EST y ANC, ANC y FOR, ARU con LDU y ALU, LMS con PDU y PFI con LDU y ARU, los valores obtenidos estuvieron por arriba de 0.50. Los errores estándar asociados con las correlaciones genéticas fueron relativamente altos. Muchas de las diferencias en los resultados de esta investigación en comparación con las de los autores citados pueden estar relacionadas con el número de registros de datos disponibles, la raza, los modelos utilizados y los años de los registros.

McLaren *et al.* (2016) incluyeron cruzas entre las razas Alpina, Saanen y Toggenburg y obtuvieron correlaciones fenotípicas de bajas a moderadas, de 0.003 a 0.38, con errores estándar entre 0.01 y 0.02, similares a los de esta investigación. El puntaje final (PFI) es un rasgo importante porque evalúa el tipo general de un animal sobre la base de cuatro categorías principales: apariencia general, carácter lechero, capacidad corporal y sistema mamario (ADGA, 2014). Se ha encontrado que PFI está positivamente relacionada tanto con la vida productiva como con la vida productiva funcional en la población de cabras multirraciales de EUA (Castañeda-Bustos *et al.*, 2017) utilizando datos que no incluyen EN. Se encontró una rG positiva y alta entre PFI y las características de ACA, ARU y LDU en la mayoría de los grupos genéticos evaluados, cuyos valores fueron de entre 0.44 y 0.72.



Cuadro 1. Estimados de heredabilidad \pm error estándar para características lineales de conformación en cabras lecheras por raza y un conjunto de todas las razas.

Rasgo	TR n=15,234	NU n=4,215	AL n=2,858	LM n=2,652	SN n=2,070	TG n=1246	EN n=1,466	OH n=727
EST	0.71 \pm 0.02	0.68 \pm 0.02	0.72 \pm 0.05	0.75 \pm 0.05	0.71 \pm 0.06	0.70 \pm 0.07	0.80 \pm 0.02	0.55 \pm 0.13
FOR	0.28 \pm 0.01	0.29 \pm 0.03	0.29 \pm 0.03	0.27 \pm 0.04	0.33 \pm 0.04	0.30 \pm 0.05	0.24 \pm 0.05	0.42 \pm 0.07
CLE	0.20 \pm 0.01	0.17 \pm 0.03	0.21 \pm 0.03	0.30 \pm 0.03	0.16 \pm 0.06	0.06 \pm 0.05	0.26 \pm 0.05	0.32 \pm 0.08
ACA	0.32 \pm 0.01	0.30 \pm 0.02	0.34 \pm 0.03	0.40 \pm 0.03	0.37 \pm 0.04	0.37 \pm 0.04	0.27 \pm 0.05	0.28 \pm 0.08
ANC	0.43 \pm 0.01	0.38 \pm 0.02	0.45 \pm 0.03	0.50 \pm 0.03	0.50 \pm 0.06	0.42 \pm 0.07	0.31 \pm 0.05	0.55 \pm 0.06
PTL	0.23 \pm 0.01	0.17 \pm 0.03	0.21 \pm 0.03	0.25 \pm 0.03	0.33 \pm 0.04	0.27 \pm 0.04	0.22 \pm 0.05	0.24 \pm 0.07
LDU	0.26 \pm 0.02	0.19 \pm 0.04	0.28 \pm 0.03	0.32 \pm 0.04	0.43 \pm 0.03	0.19 \pm 0.07	0.14 \pm 0.05	0.34 \pm 0.08
ALU	0.28 \pm 0.01	0.32 \pm 0.03	0.25 \pm 0.03	0.31 \pm 0.03	0.34 \pm 0.04	0.15 \pm 0.07	0.11 \pm 0.05	0.51 \pm 0.07
ARU	0.28 \pm 0.01	0.27 \pm 0.03	0.29 \pm 0.03	0.35 \pm 0.03	0.34 \pm 0.03	0.30 \pm 0.05	0.25 \pm 0.05	0.09 \pm 0.09
LMS	0.34 \pm 0.02	0.35 \pm 0.04	0.35 \pm 0.05	0.40 \pm 0.05	0.29 \pm 0.06	0.31 \pm 0.07	0.23 \pm 0.08	0.65 \pm 0.07
PDU	0.31 \pm 0.01	0.28 \pm 0.03	0.34 \pm 0.03	0.37 \pm 0.03	0.31 \pm 0.04	0.29 \pm 0.05	0.30 \pm 0.05	0.28 \pm 0.08
CPE	0.42 \pm 0.02	0.46 \pm 0.04	0.40 \pm 0.05	0.41 \pm 0.05	0.37 \pm 0.06	0.62 \pm 0.03	0.38 \pm 0.05	0.39 \pm 0.12
DPE	0.52 \pm 0.02	0.47 \pm 0.04	0.43 \pm 0.06	0.60 \pm 0.05	0.53 \pm 0.06	0.45 \pm 0.09	0.03 \pm 0.05	0.63 \pm 0.11
PFI	0.44 \pm 0.02	0.44 \pm 0.02	0.47 \pm 0.06	0.58 \pm 0.03	0.54 \pm 0.03	0.36 \pm 0.08	0.31 \pm 0.08	0.44 \pm 0.08

TR=todas las razas; NU= Nubia; AL= Alpina; LN= LaMancha; SA=Saanen; TO= Toggenburg; EN= Enana Nigeriana; OH= Oberhasli; EST= estatura; FOR= fortaleza; CLE= carácter lechero, ACA= ángulo de la cadera; ANC= ancho de la cadera; PTL= patas traseras vistas de lado; LDU= ligamento delantero de la ubre; ALU= altura de la ubre; ARU= arco de la ubre; LMS= ligamento medio suspensor; PDU= profundidad de la ubre; CPE= colocación de pezones; DPE= diámetro de pezones y PFI= puntos finales.

CONCLUSIONES

Se estimaron parámetros genéticos para características de conformación por primera vez en las razas Toggenburg, Oberhasli, LaMancha y Nubia. Se encontraron diferencias en las varianzas genéticas aditivas y ambientales, así como en las heredabilidades de las características de conformación en los diferentes grupos genéticos, pero incluso para un mismo rasgo. Las características lineales de conformación y puntaje final



mostraron de moderada a alta variación genética, por lo que estas pueden ser mejoradas a través de la selección.

REFERENCIAS

- ADGA, 2014. American Dairy Goat Association. Linear appraisal system for dairy goats. Linear Appraisal Program, Spindale, NC, USA: ADGA.
- Castañeda-Bustos, V.J, Montaldo, H., Valencia-Posadas, M., Shepard, L., Pérez- Elizalde, S., Hernández-Mendo, O., Torres-Hernández, G. 2017. Linear and non-linear genetic relationships between type traits and productive life in US dairy goats J. Dairy Sci. (100): 1-14.
- Gilmour, A.R., Gogel, B.J., Cullis, B.R. and Thompson, R. 2009. ASReml User Guide. Release 3.0 VSN International Ltd., Hemel Hempstead, United Kingdom.
- Kinghorn, B., and S. Kinghorn. 2009. Pedigree Viewer 6.3. University of New England, Australia. <https://bkinghor.une.edu.au/pedigree.htm>
- Luo, M.F., Wiggans, G.R., and Hubbard, S.M. 1997. Variance component estimation and multitrait genetic evaluation for type traits of dairy goats. J. Dairy Sci 80: 617 594-600.
- McLaren, A., Mucha, S., Mrode, R., Coffey, M., and Conington, J. 2016. Genetic parameters of linear conformation type traits and their relationship with milk yield throughout lactation in mixed-breed dairy goats. J. Dairy Sci. 99:1–10.
- Valencia, P.M. y Montaldo, H. 2003. Características de conformación en programas de mejoramiento genético de cabras lecheras. 2003. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_caprina/leche_caprina/22-conformacion.pdf
- Wiggans, G.R. y Hubbard, S.M. 2001. Genetic evaluation of yield and type traits of dairy goats in the United States. J. Dairy Sci. 84 (E. Suppl.): E69-E73.



Clave 2023-16V

Manejo preventivo de parásitos en bovinos de Llera, Tamaulipas, México

Barrón-Bravo Oscar Guadalupe^{1*ID}, Avilés-Ruiz Ricardo^{1ID}, Garza-Cedillo Rubén Darío^{2ID}, Ángel-Sahagún César Andrés^{3ID}

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (CIRNE-INIFAP). Campo Experimental las Huastecas, Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas. ² Campo Experimental Río Bravo, CIRNE-INIFAP, Río Bravo, Tamaulipas. ³ Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Guanajuato, Irapuato Guanajuato. *Autor de correspondencia: oscarbarronb@hotmail.com

Antecedentes

La ganadería bovina prolifera aprovechando que las condiciones ecológicas favorecen el desarrollo de esta actividad en casi todas las regiones de México, con unidades productivas con diferentes características técnicas, que van desde autoconsumo en zonas rurales marginadas de pobreza extrema hasta altamente tecnificados (Leos-Rodríguez *et al.*, 2008). Como parte de los sistemas mundiales de producción ecológica y alimentaria, la ganadería es clave para el bienestar humano, su importancia en el suministro de alimentos, nutrientes, ingresos y empleo para la humanidad es ampliamente reconocida (Herrero *et al.*, 2009; Bettencourt *et al.*, 2015), su consumo se ha asociado al nivel de desarrollo económico y nivel de vida de la población (Téllez-Delgado *et al.*, 2012).

Justificación

Los sistemas de producción animal operan con diferentes fines productivos, formas de inversión, acumulación de capital, ahorro y capitalización, hasta objetivos de subsistencia para los pequeños productores (Rangel *et al.*, 2017). Los parásitos del ganado bovino representan uno de los más importantes problemas en la ganadería con distribución a nivel mundial, entre los principales se encuentran las garrapatas y los nematodos gastrointestinales (Costa *et al.*, 2022). Las infestaciones por parásitos provocan una disminución en la producción de carne y leche, así como anemia y la transmisión de agentes bacterianos y parasitarios. Por ello, se han desarrollado varias estrategias y tecnologías para su control (Cruz-Valdés *et al.*, 2023). Por lo anterior, es importante que las Unidades de Producción Familiar (UPF) tengan conocimiento de las tecnologías en el manejo sanitario, ya que permite continuar una transformación en los sistemas de producción pecuario, con un uso racional y eficiente de los recursos existentes (Herrero *et al.*, 2010). Además, el estudio de las características de pequeños y medianos productores representa oportunidades para la transferencia de tecnología y capacitación, teniendo en cuenta que es necesaria la calidad e inocuidad para acceder a los mercados nacionales e internacionales (Bermúdez *et al.*, 2017).



Objetivo: Describir las características del manejo preventivo de parásitos en las UPF de bovinos de Llera, Tamaulipas, México.

Metodología

El municipio de Llera, Tamaulipas, se encuentra localizado entre los paralelos 23° 35' y 23° 02' latitud norte y los meridianos 99° 17' y 98° 25' longitud oeste, con una altitud entre 100 y 2,200 msnm, con una temperatura de 14 a 26°C y una precipitación anual de 600 a 1,200 mm. Presenta un clima cálido subhúmedo a semiseco muy cálido con lluvias en verano (INEGI, 2009). El grupo de “Productores de Llera” está integrado por 18 localidades y 80 UPF de bovinos.

Se obtuvo información productiva seleccionando las UPF al azar en los meses de Enero-Abril del 2020. El muestreo fue aleatorio para determinar el tamaño de muestra se utilizó la metodología propuesta por Rojas (2013). Como población objetivo se contemplaron las UPF asociadas de manera formal o informal, que habitan en el municipio de Llera, en las zonas rurales de atención prioritaria para el año 2019 que habitan en localidades de alta marginación (CONAPO, 2010). Para determinar el tamaño de muestra se consideró una población de 80 ganaderos:

$$n = \frac{\frac{Z^2 p_n q}{d^2}}{1 + \frac{Z^2 p_n q}{N d^2}}$$

De donde: Z= Nivel de confianza 95% (1.96, viene de tablas), d= Nivel de precisión 15% (0.15), P_n= Proporción de la población que pertenece al grupo de interés (0.8), q= (1-p_n) = 0.2, N= Tamaño de la población (80) y n= Tamaño de la muestra. Sustituyendo los valores obtenemos el resultado de 20 encuestas. La encuesta constó de 57 preguntas enfocadas en la caracterización de las UPF. Se incluyeron variables cuantitativas y cualitativas sobre caracterización de la UPF. Posteriormente, se realizaron visitas a las UPF de cada productor en las diferentes localidades para la toma de datos en campo. De la información obtenida de las encuestas, se generó la base de datos en el programa Microsoft Excel, en el que se organizó, seleccionó y analizó la información por medio de estadísticos descriptivos utilizando el programa Statgraphics (2017).

Resultados

Los resultados de las encuestas mostraron que el manejo preventivo de parásitos se realizó por el 100 % de los productores encuestados, en especial el de la garrapata; sin embargo, respecto a los parásitos internos solo el 8.7 % realiza examen coproparasitológico y el 34.7 % realiza prueba de susceptibilidad de garrapata. Para el manejo de aplicación de productos químicos en el control de garrapata el 100 % utiliza el baño por aspersión (con bomba de mochila), el 26 % utilizan los tratamientos inyectados de forma subcutánea, el 17.3 % aplica *Pour on* (tópico en el lomo del



bovino), y el 4.3 % baño sumergido en fosa (Cuadro 1). El 78.3 % mencionó una vía solamente, el 8.7 % mencionó 2 vías y el 13.0 % tres vías de aplicación (Cuadro 1), la suma del total es diferente de 100% debido a que una UPF declarará una o más vías de aplicación en los bovinos.

Discusión

Estos resultados reflejan que los productores tienen gran interés en realizar el manejo preventivo de parásitos, aunque es muy necesario el acompañamiento y la capacitación constante. En un estudio similar realizado por [Huyen et al. \(2010\)](#) en la producción de ganado bovino de carne en granjas de Vietnam, se registró que no se realizan pruebas de laboratorio para el control de parásitos y que los antihelmínticos se administran solo cuando los animales presentan signos de enfermedad. Este tipo de pruebas generalmente se reportan por los autores de forma experimental como [Benavides y Polanco \(2017\)](#) quienes realizaron un estudio en bovinos jóvenes para establecer las dinámicas de infección parasitaria en Colombia, como fundamento para intervenciones de prevención y control. Encontraron parásitos internos en todos los hatos, *Strongyloides* y *Toxocara* presentan altos recuentos en bovinos de dos a cinco meses de edad. Los *Trichostrongylidos* alcanzaron pico de excreción a los seis meses de edad. En otro estudio [Garay et al. \(2020\)](#) realizaron la caracterización de las UPF de bovinos en el Mante, Tamaulipas, y reportan como vías de aplicación para el manejo de garrapata usadas por los productores, el baño con un 98% y un 2% por medio de inyección. Sus resultados son similares a los del presente estudio debido probablemente a las semejanzas de los sistemas de producción estudiados. Este conocimiento contribuye a la mejora en la asesoría profesional y deben ser tomados en cuenta para posteriores diseños experimentales en apoyo a los productores y el manejo de sus hatos en cuanto a la prevención de enfermedades parasitarias brindándoles más opciones para mejora del bienestar animal, lo que se verá reflejado en el desarrollo de la sustentabilidad.



Cuadro 1. Manejo preventivo de parásitos en bovinos de UPF en Llera, Tamaulipas, México.

Pruebas de laboratorio utilizadas	(%)
Examen coproparasitológico	8.7
Prueba de susceptibilidad de garrapata	34.7
No aplica ninguna prueba	56.6
Vías de aplicación para el manejo de garrapata*	
Baño por aspersion (con bomba de mochila)	100
Inyectado (subcutáneo)	26.0
<i>Pour on</i> (tópico en el lomo del bovino)	17.3
Baño sumergido (en fosa)	4.3
Menciona 1 vía	78.3
Menciona 2 vías	8.7
Menciona 3 vías	13.0

* Nota: la suma de los parciales es diferente al 100% debido a que una UPF puede declarar más de una vía de aplicación en bovinos.

Conclusión

El control de parásitos se lleva a cabo en el 100 % de las UPF especialmente para la garrapata, resultando el método de control químico mediante baño por aspersion el más utilizado. Los ganaderos participan activamente en el control de parásitos debido a que en la zona las condiciones son favorables para el desarrollo de estos principalmente de la garrapata, aunque pocos realizan pruebas complementarias de diagnóstico, los principales métodos de aplicación son el baño por aspersion con bomba de mochila, vía subcutánea, *Pour on* y baño sumergido en fosa.

Bibliografía

- Benavides-Ortiz E, Polanco-Palencia N. 2017. Epidemiología de hemoparásitos y endoparásitos en bovinos de zonas de reconversión ganadera en La Macarena (Meta, Colombia). *Revista de Medicina Veterinaria*. 34: 115-136. ISSN: 2389-8526. <http://dx.doi.org/10.19052/mv.4260>
- Bermúdez CE, Arenas NE, Moreno MV. 2017. Caracterización socio-económica y ambiental en pequeños y medianos predios ganaderos en la región del Sumapaz, Colombia. *Revista U. D. C. A. Actualidad & Divulgación Científica*. 20 (1): 199-208. ISSN 0123-4226. <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v20n1/v20n1a21.pdf>
- Bettencourt, E. M. V., Tilman, M., Narciso, V., Carvalho, M. L. S., Henriques, P. D. S., 2015. The Livestock Roles in the Wellbeing of Rural Communities of Timor-Leste. *Revista Brasileña de Economía y Sociología Rural (Revista de Economía e Sociología Rural-RESR)*. 53 (1): 63-80. ISSN: 1806-9479. <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790053s01005>



- CONAPO, 2010. Consejo Nacional de Población. Disponible en: http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/indices_margina/mf2010/AnexosMapas/Mapas/Entidadesfederativas/MapB28Tamaulipas.jpg
- Costa-Gomes LV, Pires-Teixeira WF, Giquelin MW, Felippelli G, Buzzulini C, Edésio-Soares V, Pacheco MD, Cayero-Cruz B, Castro RD, Lopes FL, Oliveira-Monteiro CM, Zanetti LWD, Costa AJ. 2022. Strategic control of cattle co-parasitized by tick, fly and gastrointestinal nematodes: Is it better to use ecto + endoparasiticide or just endectocide formulations?. *Veterinary Parasitology*. 301: 109622. ISSN 0304-4017. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2021.109622>.
- Cruz-Valdés T, Grostieta E, Chagoya-Fuentes JL, Bravo-Ramos JL, Ojeda-Chi M, Lammoglia-Villagómez MA, Rojas-Ronquillo R, Cabrera-Núñez A, Aguilar-Tipacamú G, Colunga-Salas P, Becker I, Sánchez-Montes S. 2023. Identification of the G184C, C190A and T2134A mutations in the para-sodium channel gene of the southern cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* associated with resistance to cypermethrin in northern Veracruz, Mexico. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*. 39: 100838. ISSN 2405-9390. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2023.100838>.
- Garay, M.J.R., Barrón, B.O.G., Maciel, T.S.P., Avilés, R.R., Joaquín, C.S., Bautista, M.Y., Granados R.L.D., 2020. Caracterización de las unidades de producción de bovinos en El Mante, Tamaulipas. *Ciencia e Innovación*. 3 (1): 113-124. https://www.researchgate.net/publication/349454071_Caracterizacion_de_las_unidades_de_produccion_de_bovinos_en_el_Mante_Tamaulipas_ISSN2594-150X
- Leos-Rodríguez, J. A., Serrano-Páez, A., Salas-González, J. M., Ramírez-Moreno, P. P., Sagarnaga-Villegas M., 2008. Caracterización de ganaderos y unidades de producción pecuaria beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera (PROGAN) en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. 5 (2): 213-230. ISSN 1870-5472. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360533080005>
- Herrero, M., Thornton, P. K., Gerber, P., Reid, R. S., 2009. Ganadería, medios de subsistencia y medio ambiente: comprensión de las compensaciones. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 1 (2): 111-120. ISSN: 1877-3443. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2009.10.003>
- Herrero, M., Thornton, P. K., Notenbaert, A. M., Wood, S., Msangi, S., Freeman, H. A., Bossio, D., Dixon, J., Peters, M., Steeg, J., Lynam, J., Parthasarathy R. P., Macmillan, S., Gerard, B., McDermott, J., Seré, C., Rosegrant, M., 2010. Smart Investments in Sustainable Food Production: Revisiting Mixed Crop-Livestock Systems. *Science*. 327 (5967): 822–825. ISSN 0036-8075. DOI [10.1126/science.1183725](https://doi.org/10.1126/science.1183725)



-
- Huyen, L. T. T., Herold, P., Valle, Z. A., 2010. Farm types for beef production and their economic success in a mountainous province of northern Vietnam. *Agricultural Systems*. 103: 137–145. ISSN: 0308-521X. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2009.11.004>
- INEGI., 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Llera, Tamaulipas. Clave geoestadística 28019. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/28/28019.pdf
- Rangel, J., Espinosa, J. A., De Pablos-Heredero, C., Rivas, J., Perea, J., Angón, E., García-Martínez, A., 2017. Is the increase of scale in the tropics a pathway to smallholders? Dimension and ecological zone effect on the mixed crop-livestock farms. *Revista Científica, FCV-LUZ*. 15 (2): 1-10. ISSN: 0798-2259. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95950495007>
- Rojas, S. R. 2013. Guía para realizar investigaciones sociales. 38ª edición Plaza y Valdez S.A. de C.V. México, D.F. 437 p. <https://raulrojassoriano.com/cuallitlanezi/wp-content/themes/raulrojassoriano/assets/libros/guia-realizar-investigaciones-sociales-rojas-soriano.pdf>
- Statgraphics, XVIII., 2017. Statpoint Technologies. INC. Versión 18. <https://www.statgraphics.com/centurion-xviii>
- Téllez-Delgado, R., Mora-Flores, J. S., Martínez-Damián, M. Á., García-Mata, R., y García-Salazar, J. A., 2012. Caracterización del consumidor de carne Bovina en la zona metropolitana del Valle de México. *Agrociencia*. 46 (1): 75-86. ISSN 2521-9766. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952012000100007&lng=es&tlng=es



Clave 2023-17V

Evaluación *in vitro* del efecto de microvesículas de bacterias ácido lácticas, aisladas de *Rattus norvegicus*, sobre explantes de abomaso desafiados con L3 de *Haemonchus contortus*.

Pamela Izaret Pérez Martínez, Alejandro López López, Rosa Isabel Higuera Piedrahita, Hugo Ramírez Álvarez, Cynthia González Ruíz

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM. izateami@hotmail.com/ cgrmvz@hotmail.com

Antecedentes y justificación:

El uso de los probióticos se ha dirigido principalmente a la salud y alimentación humana, así como a la sanidad y producción animal. En ambas áreas, destacan los estudios enfocados a evaluar el efecto protector de probióticos relacionados con diferentes microorganismos. En ese sentido, las Bacterias Ácido Lácticas (BAL) son componentes normales de la microbiota del tracto gastrointestinal (TGI) tanto de humanos como de animales, los cuales son ampliamente utilizados como probióticos. El género bacteriano más comúnmente relacionado con la actividad probiótica, son los *Lactobacillus* sp. Todas las bacterias tanto Gram positivas como negativas, producen microvesículas de membrana externa (MVs) durante cualquiera de sus fases de crecimiento, considerándolas como un sistema de secreción alterno (Dean, et al, 2020). El principal papel que juegan las MVs de las bacterias en general, es establecerse y colonizar en nichos, acarreado y transmitiendo antígenos a los tejidos del huésped, así como también modulando las respuestas de defensa del hospedador (Jan, 2017). En un trabajo previo de este equipo de investigación, se comprobó la producción y caracterización de MVs de BAL, aisladas de TGI de *Rattus norvegicus* de vida libre. La relevancia de trabajar con *Rattus norvegicus*, se debe a que esta especie animal vive expuesta y resistente a una gran cantidad de agentes patógenos, tanto para el humano como para los animales de consumo. Desde hace algunos años ya se habían caracterizado las MVs de diversas especies de *Lactobacillus*, sin embargo, en 2019 se aislaron por primera vez las MVs de *Lactobacillus acidophilus*, y se caracterizaron muchas de las proteínas que acarrearán que podrían tener un efecto probiótico benéfico sobre el huésped (Caruana, et al. 2019).

Objetivo:

Evaluar *in vitro* el efecto de las MVs de BAL, aisladas del TGI de *Rattus norvegicus* sobre explantes de abomaso de borrego desafiados con larvas 3 (L3) de *Haemonchus contortus*.

Metodología:

Se obtuvieron MVs de 2 cepas de *Lactobacillus acidophilus*, una de campo (Cepa 54) aislada de íleon de *Rattus norvegicus* y otra de referencia (ATCC 314), mediante filtración (0.45 y 0.22 μm) y ultracentrifugación (150,000g /3hrs /4°C). Las L3 de *H. contortus* se obtuvieron a partir de heces de borregos infectados, por la técnica de Corticelli Lai. Los explantes de abomaso se obtuvieron a partir de ovinos adultos, se



lavaron con medio Hank's tibio y se cortaron en secciones circulares de 3cm² que se colocaron en placas de cultivo de 6 pozos con medio Hank's. Se estimularon los explantes por una hora con 30µg de MVs de ambas cepas y posteriormente se desafiaron con 1500 L3 de *H. contortus* y se incubaron a 37°C por 2 horas. Finalmente se contaron larvas y se calculó el porcentaje de asociación, también se obtuvo tejido para evaluación histológica, tiñendo con Hematoxilina-Eosina. Se realizó un ensayo de citotoxicidad donde se incubaron 100 l3 de *H. contortus* con 30µg de MVs por 24 horas en una cámara húmeda, se utilizó ivermectina como control positivo y agua destilada como negativo. Pasado el tiempo de incubación se contaron las larvas vivas y muertas y se calculó el porcentaje de muerte.

Resultados y Discusión

Se observó una disminución estadísticamente significativa ($p= 0.012$) en el porcentaje de asociación de los grupos estimulados con MVs previamente con ambas cepas en comparación a los que no recibieron tratamiento. Existen reportes que demuestran que las MVs de algunas especies del género *Lactobacillus sp* tienen la misma capacidad probiótica que la bacteria completa (West 2020, Li 2017, Al-Nedawi 2015, Wang 2010, Bäuerl 2010), y que son capaces de estimular al sistema inmune y a células epiteliales. Para saber si el efecto observado por parte de las MVs era debido a la estimulación del tejido abomasal o a la citotoxicidad de las MVs sobre el parásito, se realizó el ensayo de citotoxicidad donde la ivermectina (control positivo) tuvo el mayor porcentaje de muerte (98%), mientras que con el agua (control negativo) fue menos del 10%. En el caso de los tratamientos con MVs de ambas cepas, los porcentajes de muerte fueron similares (6% para ATCC y 4% para la cepa 54) respecto a los obtenidos con el control negativo. Estos resultados descartan el efecto de las MVs sobre el parásito. En los cortes histológicos de todos los grupos, se encontraron focos de infiltrado celular inflamatorio mononuclear. Sin embargo, en los grupos tratados con MVs, fueron más evidentes, incluso formando centros germinativos de células linfoides e infiltrándose en el intersticio de criptas y vellosidades. El efecto que se observa con las MVs probablemente sea debido a la cantidad de componentes que acarrear como proteínas, lipoproteínas, fosfolípidos, carbohidratos, etc. (Bitto, 2017, Brown, 2015, Deatherage, 2012) en otros ensayos de nuestro grupo de trabajo hemos demostrado que al estimular células inmunes (leucocitos totales y macrófagos) con MVs se potencia la expresión de interleucinas proinflamatorias (IL-1 β , TNF- α), se extrajo RNA de la mucosa abomasal para determinar la expresión de citocinas y saber si el efecto observado se debe a estas proteínas.

Conclusiones:

Estos resultados sugieren que las MVs de BAL, podrían estimular el tejido abomasal, evitando la asociación del parásito ya que las MVs de *L. acidophilus*, tanto de la cepa de campo, como la de referencia, mostraron un efecto sobre el tejido epitelial de los explantes de abomaso, al disminuir el porcentaje de asociación de L3 de *H. contortus*.



Referencias:

1. Al-Nedawi K, Mian MF, Hossain N, Karimi K, Mao YK, Forsythe P, et al. (2015). Gut commensal microvesicles reproduce parent bacterial signals to host immune and enteric nervous systems. *FASEB J.*;29: 684–695. 10.1096/fj.14-259721
2. Bäuerl C, Fang P, Polk DB, Monedero V. (2010). Functional Analysis of the p40 and p75 Proteins from *Lactobacillus casei* BL23. *J Mol Microbiol Biotechnol.* 19: 231–241. 10.1159/000322233
3. Bitto NJ, Kaparakis-Liaskos M. (2017). The therapeutic benefit of bacterial membrane vesicles. *Int J Mol Sci.* 18: 1–15. 10.3390/ijms18061287
4. Brown L, Wolf JM, Prados-rosales R, Casadevall A. (2015). Through the wall: extracellular vesicles in Gram-positive bacteria, mycobacteria and fungi. *Nat Rev Microbiol.* 13: 620–630. 10.1038/nrmicro3480
5. Caruana JC, Dean SN, Walper SA. (2021). Isolation and Characterization of Membrane Vesicles from *Lactobacillus* Species. *Bio Protoc.* 5;11(17):e4145. doi: 10.21769/BioProtoc.4145.
6. Dean SN, Rimmer MA, Turner KB, Phillips DA, Caruana JC, Hervey WJ 4th, Leary DH, Walper SA. (2020). *Lactobacillus acidophilus* Membrane Vesicles as a Vehicle of Bacteriocin Delivery. *Front Microbiol.* 30;11:710.
7. Deatherage BL, Cookson BT. (2012). Membrane vesicle release in bacteria, eukaryotes, and archaea: A conserved yet underappreciated aspect of microbial life. *Infect Immun.* 80: 1948–1957. 10.1128/IAI.06014-11
8. Jan AT. (2017). Outer Membrane Vesicles (OMVs) of Gram-negative Bacteria: A Perspective Update. *Front Microbiol.* 9;8:1053.
9. Li M, Lee K, Hsu M, Nau G, Mylonakis E, Ramratnam B. (2017). *Lactobacillus*-derived extracellular vesicles enhance host immune responses against vancomycin-resistant enterococci. *BMC Microbiol.* 17: 66 10.1186/s12866-017-0977-7
10. Wang B, Mao YK, Diorio C, Wang L, Huizinga JD, Bienenstock J, et al. (2012). *Lactobacillus reuteri* ingestion and IKCa channel blockade have similar effects on rat colon motility and myenteric neurones. *Neurogastroenterol Motil.* 22: 98–e33. 10.1111/j.1365-2982.2009.01384.x
11. West CL, Stanisz AM, Mao YK, Champagne-Jorgensen K, Bienenstock J, Kunze WA. (2020). Microvesicles from *Lactobacillus reuteri* (DSM-17938) completely reproduce modulation of gut motility by bacteria in mice. *PLoS One.* Jan 7;15(1):e0225481. doi: 10.1371/journal.pone.0225481.



Clave 2023-18V

Trazabilidad y calidad de la carne de res, su importancia en la salud pública. Una revisión

Avila Baylon Paulina Alejandra¹, Mireles Arriaga Ana Isabel², Maki-Díaz Griselda³, Häubi-Segura Carlos⁴, Duifhuis-Rivera Theodor⁵, Hernández-Marín José Antonio^{6*}

¹Maestría Interinstitucional en Producción Pecuaria, División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. pa.avilabaylon@ugto.mx ²Departamento de Agronomía, División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. ana.mireles@ugto.mx ³Departamento de Arte y Empresa, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. g.maki@ugto.mx ⁴Departamento de Ciencias Veterinarias, Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes. drhaubi@yahoo.com ⁵Departamento en Producción Animal, División de Ciencias Veterinarias, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. theodor.duifhuis@academicos.udg.mx ⁶Departamento de Veterinaria y Zootecnia, División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. *Autor de correspondencia: jahmarin@ugto.mx

RESUMEN

Los hábitos de consumo de la carne de res cambiaron a partir de la pandemia COVID-19 por la seguridad y el riesgo que los alimentos representan en la salud pública. La tendencia hacia un consumo responsable contempla la valorización de temas sociales, ambientales y de alimentación saludable (Grigioni *et al.*, 2022). Estos criterios de consumo se basan en apariencia visual (color de la carne y de la grasa subcutánea, firmeza o consistencia, textura, cantidad de grasa, marmoleo y exudado), calidad organoléptica (jugosidad, ternura, aroma, sabor) y otros factores que podrían incluir precio, forma de preparación, envasado e información sobre el valor nutritivo, salud y seguridad. Las características tecnológicas de la carne permiten su procesamiento y los rendimientos tecnológicos de la calidad de la carne dependen del pH, color, capacidad de retención de agua, composición química y las características organolépticas (Bosona y Gebresenbet, 2013). A su vez, estos aspectos se relacionan directa o indirectamente con características de factores productivos o medioambientales y procedimientos industriales de elaboración y comercialización. Por tanto, se describe un mecanismo de control de la procedencia y del destino de los alimentos en las etapas “de la granja a la mesa” y sirve para identificar y retirar productos no conformes, es decir su trazabilidad (Kher *et al.*, 2010); herramienta implementada de forma obligatoria en los principales países importadores y exportadores de productos alimenticios. La relación entre la trazabilidad y la calidad de la carne de res es de gran importancia en la salud pública.

BIBLIOGRAFÍA

- BOSONA T, Gebresenbet G. 2013. Food traceability as an integral part of logistics management in food and agricultural supply chain. *Food Control*. 33: 32-48. ISSN: 1873-7129. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.02.004>
- GRIGIONI GM, Testa ML, Soteras T, Paván E. 2022. Calidad de la carne desde la mirada de los consumidores. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Argentina. IDIA21*. 2: 103-105.



Clave 2023-19V

Pulpa de café como agente larvicida sobre *Haemonchus contortus* resistente a benzimidazoles

Gabino Misael López-Rodríguez¹, Adrian Zaragoza-Bastida¹, Rosa Isabel Higuera-Piedrahita², Agustín Olmedo-Juárez³, Lucía Delgadillo-Ruiz⁴, Nallely Rivero-Perez^{1*}.

¹Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Rancho Universitario Av. Universidad km 1, Ex-Hda. de Aquetzalpa A.P. 32 CP.43600. 01 771 7 17 20 00 ext. 2440. nallely_rivero@uaeh.edu.mx ²Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campo 4. Avenida Teoloyucan Km 2.5, San Sebastián Xhala, 54714 Cuautitlán Izcalli, Méx.³Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Salud animal e inocuidad, (CENID-SAI-INIFAP). Carretera Federal Cuernavaca Cuautla No. 8534. Col. Progreso, Jiutepec, Morelos, C.P. 62550. ⁴Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Zacatecas, Kilómetro 31.5 Carretera Panamericana, Fresnillo 98500, Zacatecas, México

Palabras clave: antihelmíntico, pulpa de café, *Haemonchus contortus*.

Introducción

México es un país considerado diverso con respecto a características climáticas, es ese sentido favorece la producción de forrajes destinados a la alimentación animal. Una de las actividades más difundidas en el país es la ovinocultura ya que, ocupa el 4^{to} lugar a nivel mundial, la cual puede dividirse en producción de leche, carne y lana, con un total de inventario registrado de 8, 792, 663 cabezas de ganado distribuidas en todo el país. No obstante, la mayor producción se concentra en la región centro de México, el 16% en el Estado de México, seguido del 13% en el Estado de Hidalgo (SIAP, 2021).

Existen problemáticas como infecciones de origen bacteriano, viral y parasitario que afectan la producción ovina. Uno de los problemas con mayor relevancia en la ovinocultura es la presencia de nematodos gastrointestinales como *Haemonchus contortus* generando grandes pérdidas económicas de forma directa como la muerte de los neonatos e indirecta por la pérdida de peso del ganado, así como infertilidad en las hembras. De forma tradicional se emplean fármacos de uso comercial como los benzimidazoles, imidazotiazoles y las lactonas macrocíclicas por ser considerados de amplio espectro. No obstante, el uso inadecuado y constante ha llevado a la formación de poblaciones de nematodos resistentes al principio activo permitiéndole continuar con su ciclo de vida (Kaplan, 2020).

Actualmente existe una demanda de productos orgánicos e inocuos, aunado al déficit alimentario que se vive en gran parte de los países de América latina, los productores han optado por la implementación de alternativas terapéuticas que disminuyan los costos de producción, sean eficientes contra las poblaciones resistentes a fármacos y que los productos como la leche y la carne puedan ser aprovechados sin ninguna restricción. Para ello se han utilizado plantas y sus metabolitos secundarios como método de control para los nematodos gastrointestinales (Kumarasingha *et al.*, 2016).

El procesamiento del café deja como residuos diferentes componentes del cual proviene la pulpa, mucilago y aguas de desecho. En el caso de la pulpa desde mediados del siglo pasado se ha buscado proponer alternativas de aplicación, como la



producción de biogás, pienso para la alimentación del ganado y abono en los cultivos (Rathinavelu *et al.*, 2005).

Una de las actividades biológicas que se les atribuye a los compuestos del café es la actividad antioxidante, concretamente de los polifenoles. Los polifenoles son agentes antioxidantes que ayudan a combatir el daño por radicales libres y ayudan a hacer frente al estrés oxidativo (Renouf, 2010). Una subdivisión de los fenoles son los taninos, que se encuentran comúnmente en la corteza de plantas vasculares y menor medida en hojas, frutos, flores y semillas (Osman, 2012). En un estudio realizado por (Ortiz-Campos *et al.*, 2016) se reportó la ausencia del efecto antihelmíntico del percolado de café en un aislado de *Haemonchus contortus* caracterizado como una cepa de baja susceptibilidad a taninos.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto larvicida del extracto hidroalcohólico de pulpa de café sobre larvas infectantes de *Haemonchus contortus* resistente a benzimidazoles.

Materiales y Métodos

Obtención del extracto: La obtención del extracto se realizó siguiendo la metodología descrita por (González-Alamilla *et al.*, 2019). Se pesaron 500 gramos de la pulpa de café y fueron mezcladas con 1200 mL de solución hidroalcohólica al 30 %, dejando reposar 72 h. Posteriormente fue filtrada para separar el material sólido y finalmente fue concentrado a presión reducida en un evaporador rotativo para eliminar el solvente.

Obtención de material biológico: Los huevos de *H. contortus* se obtuvieron de las heces de un cordero donador, infectado experimentalmente con 5,000 larvas de tercer estadio (L3). La cepa es de origen ovino aislada, mantenida y caracterizada como resistente a benzimidazoles en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán-UNAM. Se colectaron larvas infectantes por medio de la técnica de Corticelli-Lai siguiendo la metodología descrita por (Higuera-Piedrahita *et al.*, 2015).

Prueba de mortalidad larvaria: La determinación de la actividad larvicida se realizó de acuerdo con la metodología descrita por (Rivero-Perez *et al.*, 2019). Las concentraciones evaluadas en la prueba de mortalidad larvaria se iniciaron a una concentración de 200 mg/mL hasta 1.56 mg/mL. Se utilizó agua estilada como control negativo, ivermectina (5 mg/mL) y Tiabendazol (0.1 mg/mL) como control positivo.

Análisis estadístico: Se utilizó un diseño completamente al azar. Los datos obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza y una comparación de medias por Tukey a un nivel de confianza del 95 % empleando el paquete estadístico SAS V9.0.

Resultados y discusión

La producción ovina en México es una opción importante de manutención para medianos y grandes productores que sigue siendo afectada por parásitos como *Haemonchus contortus*. Después de la aparición del fenómeno de resistencia a fármacos antihelmínticos y de las demandas por los consumidores se inició con una búsqueda de alternativas de control de estos nematodos que representen una estrategia con menor impacto en la salud animal y a nivel ecotoxicológico.



Los resultados obtenidos en la prueba de mortalidad larvaria con el extracto hidroalcoholico de pulpa de café se muestran en el cuadro 1., en donde se puede observar un mejor efecto con ivermectina a 5 mg/mL (100%). En el caso del extracto se observó un comportamiento dosis dependiente, donde a menor concentración menor porcentaje de mortalidad larvaria. En este sentido, el mejor efecto larvicida fue con la concentración de 200 mg/mL obteniendo el 90.63% de mortalidad, seguido de 100 mg/mL con el 41% de mortalidad y a partir de 50 mg/mL (14.88%) hasta perder el efecto en concentraciones subsecuentes.

En investigaciones previas se reportó un efecto antihelmíntico nulo de residuos del café (percolado), tal es el caso de (Ortiz-Campos *et al.*, 2016) quienes informaron que este subproducto no posee efecto de inhibición del desenvaine sobre un asilado de *Haemonchus contortus*. No obstante, en la presente investigación se corrobora que, a diferencia del percolado de café, el extracto de pulpa de café si presenta un efecto sobre la mortalidad larvaria en una cepa de *Haemonchus contortus* resistente a benzimidazoles.

Los compuestos derivados de plantas e incluso algunas mezclas de ellos, han demostrado ser agentes activos con actividad antihelmíntica prometedora. En este sentido (Jankovska *et al.*, 2019) evaluó una mezcla de extracto de *Allium sativum* L. (Alliaceae) y *Artemisia absinthium* L., logrando una mortalidad del 97% en una cepa de *Haemonchus contortus*, porcentaje similar al obtenido en el presente trabajo.

Por otro lado, (Zaragoza-Bastida *et al.*, 2019) al evaluar el extracto hidroalcoholico de *Cassia fistula* sobre el porcentaje de mortalidad larvas de nematodos gastrointestinales; reveló que el extracto hidroalcohólico produce porcentajes de mortalidad larvaria entre 25 y 29% a concentraciones de 50 a 6.25 mg/mL, mismas concentraciones evaluadas con el extracto de pulpa de café con porcentajes de mortalidad larvaria inferiores (entre 14 y 4%) a los obtenidos en la investigación mencionada.

Este misma respuesta se obtuvo para Tiabendazol, donde se determinó el 5.49% de mortalidad larvaria, lo confirma la presencia y expresión de genes de resistencia para la familia de los benzimidazoles, la cual es ampliamente distribuida en nematodos como *Haemonchus contortus* mediante diferentes mecanismos como el incremento de la biotransformación de fármacos asociado a una mutación del gen de un solo nucleótido del isotipo 1 de la β -tubulina (Abdelhadi *et al.*, 2021).



Cuadro 1. Porcentaje de mortalidad larvaria de *Haemonchus contortus* empleando el extracto hidroalcoholico de pulpa de café (EPC).

Tratamiento (mg/mL)	Porcentaje de mortalidad larvaria (%)
Agua	3.36 ± 0.4 ^g
Ivermectina (5 mg/mL)	100 ^a
Tiabendazol (0.2 mg/mL)	5.49 ± 0.2 ^e
EPC 200	90.63 ± 0.1 ^b
EPC 100	41.87 ± 0.5 ^c
EPC 50	14.88 ± 0.2 ^d
EPC 25	7.18 ± 0.3 ^e
EPC 12.5	4.49 ± 0.8 ^g
EPC 6.25	2.98 ± 0.4 ^g
EPC 3.125	0 ^h
EPC 1.56	0 ^h

Medias con diferente letra en la misma columna son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$).

De acuerdo con (Abdelhadi *et al.*, 2021) algunas plantas o sus extractos no muestran algún efecto antihelmíntico significativo o los resultados son inconsistente entre diferentes estudios, otros tienen eficacia comparable o incluso superior a la de los convencionales antihelmínticos, como es el caso de los controles positivos usados en esta investigación para ivermectina y Tiabendazol.

Adicionalmente, la ventaja de los productos naturales sobre las drogas químicas es que plantean un riesgo bajo para el medio ambiente porque no son xenobióticos, que pueden contaminar y dañar los ecosistemas.

CONCLUSIÓN

El extracto hidroalcohólico de pulpa de café posee actividad larvicida contra *Haemonchus contortus* resistente a benzimidazoles de acuerdo con los resultados obtenidos en la prueba de mortalidad larvaria. Por lo tanto, se podría proponer como alternativa de control sobre este nematodo gastrointestinal.

AGRADECIMIENTOS Y/O FUENTE FINANCIERA

Los resultados forman parte de la tesis doctorado del primer autor. Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca nacional otorgada y a la Unidad de Investigación Multidisciplinaria, laboratorio 3 de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, por proporcionar la cepa de *Haemonchus contortus*.



RERERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- González-Alamilla, E. N., Gonzalez-Cortazar, M., Valladares-Carranza, B., Rivas-Jacobo, M. A., Herrera-Corredor, C. A., Ojeda-Ramírez, D., Zaragoza-Bastida, A., & Rivero-Perez, N. (2019). Chemical Constituents of *Salix babylonica* L. And their antibacterial activity against Gram-positive and Gram-negative animal bacteria. *Molecules*, 24(16), 1–12. <https://doi.org/10.3390/molecules24162992>
- Kaplan, R. M. (2020). Biology, Epidemiology, Diagnosis, and Management of Anthelmintic Resistance in Gastrointestinal Nematodes of Livestock. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 36(1), 17–30. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.12.001>
- Kumarasingha, R., Preston, S., Yeo, T. C., Lim, D. S., Tu, C. L., Palombo, E. A., & Boag, P. R. (2016). Anthelmintic activity of selected ethno-medicinal plant extracts on parasitic stages of *Haemonchus contortus*. *Parasites & vectors*, 9(1), 187.
- Zaragoza-Bastida, A., Rodríguez-Salazar, E., Valladares-Carranza, B., Rivas-Jacobo, M. A., Herrera-Corredor, C. A., & Rivero-Perez, N. (2019). *Cassia fistula* como tratamiento alternativo contra nematodos gastrointestinales de ovino. *Abanico Veterinario*, 9(1), 1–10. <https://doi.org/10.21929/abavet2019.92>



Clave 2023-20V

Evaluación de estrés en ovinos durante la matanza empleando dos métodos de insensibilización en el municipio de Capulhuac de Mirafuentes

Archundia-Velarde Enrique D¹, Velazquez-Garduño Gisela¹, Osorio-Avalos Jorge², Mariezcurrena-Berasain María A², Verduzco -Leon Lizbeth Guadalupe³.

¹Carrera de Procesos Alimentarios y Química Área Biotecnología, Unidad Académica de Capulhuac de la Universidad Tecnológica del Valle de Toluca, Calle sin Nombre 611 Ote., Col. Lomas de San Juan, Capulhuac, Méx. 52700.

¹Carrera de Procesos Alimentarios y Química Área Biotecnología, Unidad Académica de Capulhuac de la Universidad Tecnológica del Valle de Toluca, Calle sin Nombre 611 Ote., Col. Lomas de San Juan, Capulhuac, Méx. 52700.

² Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Instituto Literario 100, 50000, Toluca, Edo. de México, México.

Correo Electrónico: archundia_enrique@hotmail.com.

INTRODUCCIÓN

El Bienestar Animal a nivel mundial ha tenido un creciente interés sobre las condiciones productivas y de manejo de los animales de producción, enfocándose en la crianza y el manejo pre-matanza, ya que este último puede generar altos niveles de estrés perjudicando la calidad del producto (Muñoz *et al.*, 2012).

La insensibilización es uno de los factores estresantes previo a la matanza más importantes, al ser considerado el último manejo al cual es sometido el animal y tiene como finalidad lograr que el animal pierda la conciencia absoluta antes de la muerte, como se menciona en los estándares internacionales y la norma mexicana NOM-033-ZOO/SAG-2014 que indican que en los procesos de matanza de los animales se deben evitar al máximo el sufrimiento y dolor durante el proceso de matanza. Actualmente esta norma mexicana reconoce dos métodos de aturdimiento empleado en ovinos; pistola de perno cautivo de penetración y electro insensibilización que garantizan la inconciencia (Figueroa, *et al.*, 2011). Sin embargo, en la práctica existe otra técnica tradicional de matanza denominada por puntilla la cual es ampliamente utilizada matanzas no reguladas en el principal municipio de acopiamiento y matanza de ovinos del país como es Capulhuac de Mirafuentes como un método de insensibilización más rápido y de menor costo la cual no está normada y se desconoce si cumple con la función de evitar el estrés y dolor en los animales.



La efectividad de la insensibilización puede ser evaluada a través de indicadores sanguíneos como el cortisol, glucosa, hematocrito, lactato entre otros medidos en la sangría (Gallo y Tadich, 2008). Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo es evaluar los indicadores sanguíneos del estrés por efecto de dos métodos de insensibilización usados en los centros de matanza del municipio de Capulhuac de Mirafuentes.

JUSTIFICACIÓN.

Durante el proceso de matanza se prefiere los mejores métodos que eviten el sufrimiento de los animales. Un buen método de insensibilización evitara que el animal experimente dolor y sufrimiento, y en consecuencia expresión de estrés.

Existen métodos aprobados por la OIE en el Código sanitario para los animales terrestres los cuales recomienda el aturdimiento mecánico y eléctrico para ovinos. Sin embargo, la técnica más usada en la matanza de ovinos de traspatio es el método de puntilla, esta produce una parálisis motora pero se desconoce si garantiza la pérdida de la conciencia. Es una técnica económica pero requiere de personal habilidoso, esta técnica solo se permite en casos de emergencia sanitaria (SADER, 2011). Bajo los estándares de bienestar animal, el manejo pre-matanza es la etapa que más estrés presenta el animal siendo la insensibilización el ultimo manejo que se realiza previo a la muerte del ovino.

El municipio de Capulhuac faena semanalmente de 13,000 a 15,000 cabezas de ganado ovino ubicándolo como el principal acopiador y transformador del país. De las cuales solo el 7 % se realiza en el rastro municipal siendo el método que predomina en el municipio el de puntilla. Este método de matanza se realiza *in situ* (en el domicilio) usando la técnica tradicional de puntilla y menor medida el método eléctrico.

Por tal motivo, surge la necesidad de evaluar los indicadores sanguíneos del estrés por efectos de dos técnicas de insensibilización usadas en los centros de matanza de Capulhuac de Mirafuentes.

OBJETIVOS GENERAL

- - Evaluar los indicadores sanguíneos del estrés por efecto de dos métodos de insensibilización usados en los centros de matanza del municipio de Capulhuac de Mirafuentes.



ESPECIFICOS

- - Medir los indicadores sanguíneos en termino de glucosa, creatina quinasa, albumina, proteínas totales, y hematocrito por el método eléctrico recomendado por NOM-033-ZOO/SAG-2014 para su uso en rastros municipales.
- - Medir los indicadores sanguíneos en términos de glucosa, creatina fosfoquinasa, albumina, proteínas totales, y hematocrito por el método de puntilla aprobado por SADER como método de eutanasia ante emergencias sanitarias.

MATERIALES Y METODOS

- **Diseño Experimental:** Con el propósito de evaluar el nivel de estrés según el método de insensibilización empleado, se utilizó un diseño aleatorio simple. La unidad de análisis fue cada uno de los ovinos asignados aleatoriamente a los dos grupos de tratamiento; empleando siete repeticiones por categoría de tratamiento.
- **Unidad de análisis.** Los ovinos evaluados fueron obtenidos del grupo de animales faenados en el rastro de Capulhuac el día que se asignó la toma de muestras.
- **Animales:** Se utilizaron animales sanos de uno y un año y medio de edad; machos, y con un peso promedio de 50 kg, de razas de pelo o encastados de estas.
- **Repeticiones.** Se emplearon siete ovinos por categoría de método de insensibilización. Los ovinos fueron asignados de forma aleatoria al grupo correspondiente.
- **Tratamiento.** El tratamiento consistió en el método de insensibilización empleado. Los ovinos del grupo ME fueron insensibilizados por el método eléctrico y el grupo MP corresponde a los ovinos insensibilizados con el método de puntilla.
- **Análisis de los metabolitos para estimar el estrés.**

Las muestras fueron transportadas al laboratorio CEPACVET (Central de Patología Clínica Veterinaria), ubicada en la Ciudad de Morelia, Michoacán. La glucosa se evaluó por el método de Glucosa-Oxidasa y el resultado se midió en la escala de mmol/L de sangre. La creatina quinasa por el método Anti CK-M. Inmunoinhibición. Cinético UV optimizado, el resultado se midió en la escala de U/L; las proteínas totales por el método colorimétrico Biuret el resultado se midió en g/L, el lactato (mg/dL) mediante el test LOD-enzimático y la albumina método verde de bromocresol, se registró en una escala de g/L. Utilizando un analizador de química sanguínea y espectrofotómetro.

En la muestra del tubo con EDTA se procesó para la lectura de hematocrito (%) por medio del método del capilar.



Análisis estadístico

Análisis de datos. Los datos de los niveles de metabolitos en sangre fueron analizados con estadísticas descriptivas (Media, desviación estándar y cuartiles). Las diferencias por grupo de tratamiento se analizaron con la prueba T de Student para medidas independientes a un nivel de confianza del 95% (Steel y Torrie, 1985).

RESULTADOS

En cuanto a las variables analizadas, se muestra en el Tabla 3, los resultados de las medias y las desviaciones estándar para cada grupo, en el cual no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) para los indicadores sanguíneos de ambos métodos. Sin embargo, se encontró que la glucosa y las proteínas totales se encontraban fuera del rango de referencia. Presentando en ambos grupos una baja en los niveles de glucosa (hipoglucemia) ME 2.94 mmol/L y 2.9 mmol/L para MP y elevados niveles de proteínas totales 83.71 y 86.57 g/L respectivamente para cada grupo (hiperproteinemia).



Tabla 3. Medias y desviación estándar de los indicadores sanguíneos por método de insensibilización.

<i>Indicador sanguíneo</i>	\bar{X}	<i>EEM</i>	<i>P. Valor</i>
<i>Hematocrito %</i>			
<i>ME</i>	39.14	4.01	NS*
<i>MP</i>	40.85	3.62	NS
<i>Glucosa mmol/L</i>			
<i>ME</i>	2.94	0.6	NS
<i>MP</i>	2.9	1.12	NS
<i>Proteínas totales g/L</i>			
<i>ME</i>	83.71	3.63	NS
<i>MP</i>	86.57	3.64	NS
<i>Creatina quinasa U/L</i>			
<i>ME</i>	724.14	271.4	NS
<i>MP</i>	875.57	242.03	NS
<i>Albumina g/L</i>			
<i>ME</i>	30.98	1.98	NS
<i>MP</i>	31.75	1.2	NS

*NS = no significativo

Grafica 1. Valores de glucosa no presentan una distribución normal, corroborando con la prueba de Shapiro-wilk, no obstante, el p no es significativo por la prueba de Mann Whitney.





DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que los indicadores sanguíneos no se observaron diferencias estadísticas entre los métodos de insensibilización esto concuerda con Aguilar (2008) que evaluaron diferentes métodos de insensibilización en corderos sugiriendo el uso indistinto para los métodos eléctricos y de CO₂. Por otro lado, Pârvu, *et al* (2007) evaluaron la respuesta de indicadores de estrés en ovejas encontrando que en el aturdimiento aumenta los niveles de hematocrito y glucosa en comparación con otros manejos pre-matanza. Sin embargo, se hallaron diferencias numéricas para los valores de glucosa ME 2.94 y MP 2.9 mmol/L respecto a los valores de referencia, presentando una hipoglucemia Tapia *et al* (2007) y Pérez *et al* (2012) mencionan que bajos niveles de glucosa se relacionan con un ayuno prolongado y el efecto de elevadas temperaturas climáticas. En el caso de las proteínas totales se encontraron elevadas ME 83.71 y MP 86.57 g/L; Kaneko (1997) menciona que la hiperproteinemia es debida a una hemoconcentración a consecuencia de una deshidratación. Por tal motivo el mal manejo pre-matanza puede influir en los resultados de valores sanguíneos en el momento de la insensibilización debido a que el ovino no logra recuperarse del estado de estrés.

CONCLUSIÓN

Los indicadores sanguíneos del estrés no se vieron afectados por el método empleado de insensibilización (puntilla o eléctrico) en ovinos faenados en el Municipio de Capulhuac. Por lo cual ambos métodos pueden ser usados por los faenadores de este lugar.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, G. (2008). Estrés de transporte, periodo de descanso pre-sacrificio y método de aturdimiento sobre calidad de la carne ovina. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de México.

Pârvu, M., Andronie, I., Andronie, V. y Dinu, C. (2007). Respuesta inducida de algunos indicadores de bienestar en ovinos sacrificados. En el XIII Congreso Internacional de Higiene Animal (Vol. 2, pp. 1060-1065).

Tapia, K., Gallo, C., Manríquez, P., Raty, P., & Tadich, N. (2007). Efecto del destete y de un transporte terrestre de 12 horas sobre algunos constituyentes sanguíneos indicadores de estrés en corderos. In Resúmenes del XXXII Congreso de la Sociedad Chilena de Producción Animal (pp. 195-196).

Pérez, S.C., Apeleo, E., Muiño, I., Rivas, C.A., Pérez, C., Lauzurica, S., ... & De la



-
- Fuente, J. (2012). Bienestar animal de corderos ternascos durante su espera en matadero. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 6(1).
- Kaneko, J. J. (1997). Serum Proteins and the Dysproteinemias. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 117–138.
- Muñoz, D., Strappini, A., & Gallo, C. (2012). Indicadores de bienestar animal para detectar problemas en el cajón de insensibilización de bovinos. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 44(3), 297–302.
- NOM-033-SAG/ZOO-2014. Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres. Consultado el 28 de noviembre de 2021. Disponible en: <http://www.gob.mx/profepa/documentos/norma-oficial-mexicana-nom-033-sag-zoo-2014-metodos-para-dar-muerte-a-los-animales-domesticos-y-silvestres>
- Figuroa M.; Muñoz D. & Gallo C. (2011). Actualización: Insensibilización Del Ganado Gallo, C., & Tadich, N. (2008). Bienestar animal y calidad de carne durante los manejos previos al faenamiento en bovinos. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*, 9(10B). Bovino En Chile. *Boletín Veterinario Oficial*, N°14
- SADER. Secretaria de Desarrollo Rural. (2011). Manual de procedimientos para el sacrificio humanitario y la disposición sanitaria en emergencias zoonosológicas.
- Teel, RG y Torrie, JH (1985). *Bioestadística: principios y procedimientos*. McGraw-Hill.



Clave 2023-21V

Manejo reproductivo postparto en ovejas de pelo con dispositivos intravaginales reutilizados y 'efecto macho'

Hernández-Marín José Antonio^{1*}, Gutiérrez-Chávez Abner Josué¹, Ángel-Sahagún César Andrés¹, Valencia-Posadas Mauricio¹, Cadena-Villegas Said², Fraire-Cordero Silvia³

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, ajgutierrez@ugto.mx, csahagun@ugto.mx, posadas@ugto.mx ²Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Tabasco, México. C.P. 86500. scadena@colpos.mx ³CONACyT-Colegio de Postgraduados, Campus Campeche, Champotón, Campeche, México. C.P. 24050. frairec@colpos.mx

*Autor de correspondencia: jahmarin@ugto.mx

RESUMEN

En ovejas de pelo, el estímulo previo del carnero favorece el comportamiento reproductivo y mejora la respuesta endócrina en la sincronización del estro postparto en ovejas adultas con diferente modalidad de amamantamiento. Con el objetivo de evaluar el 'efecto macho' (EM) y su respuesta en la sincronización del estro (SYNC) durante 9 d con dispositivos intravaginales liberadores de progesterona reutilizados (CIDRr), se realizó un experimento postparto con 30 ovejas de pelo adultas múltiparas con 54.1 ± 1.3 kg de peso y cuatro carneros adultos con experiencia sexual probada. Las ovejas se asignaron a uno de dos tratamientos T1 (n=15): ovejas con amamantamiento continuo estimuladas con 'efecto macho' durante 15 d antes de la inserción del dispositivo intravaginal reutilizado (AC+EM+CIDRr); y T2 (n=15): ovejas con amamantamiento continuo sincronizadas con dispositivo intravaginal reutilizado y sin 'efecto macho' (AC+CIDRr). Previo al presente estudio, los CIDR se utilizaron con anterioridad en la SYNC en ovejas de pelo durante 9 d; al término de ese protocolo, se retiraron de la región vaginal de las ovejas, se lavaron con suero fisiológico, se secaron y se guardaron en bolsas de plástico para utilizarlos en el presente estudio. El 'efecto macho' no influyó ($p > 0.05$) en la respuesta a la sincronización del estro (T1: 93.3% y T2: 73.3%), el porcentaje de retorno al estro (T1: 20.0% y T2: 33.3%), la tasa de gestación (T1: 78.6% y T2: 54.6%), la tasa de parición (T1: 100% y T2: 100%) y la prolificidad (T1: 2.4 ± 0.2 crías y T2: 2.2 ± 0.3 crías); pero adelantó ($p < 0.05$) el inicio del estro (T1: 31.2 ± 3.2 h y T2: 57.1 ± 3.3 h) e incrementó $p < 0.05$ la fecundidad (T1: 1.7 ± 0.3



crías y T2: 0.9 ± 0.3 crías) en ovejas de pelo adultas postparto. El 'efecto macho' no afectó ($p > 0.05$) el peso de las ovejas de pelo adultas postparto con amamantamiento continuo, y tampoco influyó ($p > 0.05$) en el cambio de peso durante el periodo de evaluación postparto. En los protocolos de manejo reproductivo postparto que incluyen dispositivos intravaginales reutilizados, el 'efecto macho' adelanta el inicio del estro y aumenta la fecundidad en ovejas de pelo adultas con amamantamiento continuo.

Palabras clave: CIDR reutilizado, carnero, amamantamiento continuo, fecundidad, Pelibuey.



Clave 2023-22V

**Análisis de la susceptibilidad al estrés calórico durante el verano en cerdas
primerizas de cuatro genotipos diferentes**



Clave 2023-23V

Comportamiento productivo de cerdo pelón mexicano alimentado con diferentes niveles de proteína y energía en la dieta



Clave 2023-24V

Fitocomplejos: una alternativa de tratamiento sobre *Staphylococcus aureus* asociado a mastitis bovina

Morales-Ubaldo Ana Lizet¹, Rivero-Perez Nallely¹, Valladares-Carranza Benjamín², Bañuelos-Valenzuela Rómulo³, Rivas-Jacobo Marco Antonio⁴, Zaragoza-Bastida Adrian¹

¹Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, ² Centro 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 50200, Estado de México, México. ³ Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Zacatecas, Kilómetro 31.5 Carretera Panamericana, Fresnillo 98500, Zacatecas, Mexico. ⁴ Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Carretera San Luis Potosí, Matehuala, km 14.5, Ejido Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, C.P. 78321, San Luis Potosí, S.L.P., México. mo260116@uaeh.edu.mx, nallely_rivero@uaeh.edu.mx, benvac2004@yahoo.com.mx, apozolero@hotmail.com, marco.rivas@uaslp.mx, adrian_zaragoza@uaeh.edu.mx

RESUMEN

La producción ganadera enfrenta diversos desafíos, tales como la aparición y propagación de enfermedades animales, así como el uso inadecuado de medicamentos, suponiendo una amenaza para la salud animal, humana y ambiental, así como para la seguridad alimentaria. La mastitis bovina de origen bacteriano es la enfermedad infecciosa de mayor importancia en hatos lecheros, siendo *Staphylococcus aureus* el agente contagioso de mayor prevalencia. Actualmente, *S. aureus* ha generado resistencia a múltiples antimicrobianos, debido a esto se ha buscado el desarrollo de alternativas de tratamiento, destacando de entre ellas el uso de extractos vegetales. *Lippia graveolens* y *Larrea tridentata*, cuentan con un vasto número de reportes acerca de sus actividades biológicas, incluida la actividad antibacteriana, por lo que el objetivo del presente estudio fue evaluar la actividad antibacteriana *in vitro* de un fitocomplejo a partir de *Larrea tridentata* y *Lippia graveolens* sobre *Staphylococcus aureus* asociado a mastitis bovina. Se preparó un fitocomplejo a partir de la combinación de las concentraciones 600 y 400 mg/mL de los extractos de *L. graveolens* (Lg) y *L. tridentata* (Lt), respectivamente. Como cepa indicadora se utilizó *S. aureus*⁶⁵³⁸. La actividad antibacteriana se determinó mediante la técnica de agar suave para la detección de compuestos inhibitorios (Hockett y Baltrus, 2017), cada tratamiento se realizó por triplicado. Los resultados obtenidos mostraron que el fitocomplejo Lg: Lt 600:400 generó un halo de inhibición de 24.33 ± 0.57 mm, mayor a los generados por los extractos individualmente Lg (19.66 ± 0.57 mm) Lt (11.66 ± 0.57 mm). En un estudio reciente, Jurca *et al.* (2020) reportaron resultados similares a los del presente estudio, al determinar que los extractos de *Tropeolum majus* y *Salviae folium*, inhibieron el



crecimiento de *S. aureus* generando un halo de inhibición de 15.66 mm, superior a los generados por los extractos de forma individual. De acuerdo con Bahmani *et al.* (2019) el efecto sinérgico entre extractos es debido a la presencia de ingredientes activos comunes en ambas plantas. Los resultados obtenidos mostraron que el fitocomplejo Lg:Lt 600:400 presenta actividad inhibitoria sobre *Staphylococcus aureus*, indicando un efecto sinérgico entre los extractos, sin embargo, será necesario determinar si fitocomplejo posee efectos bacteriostáticos o bactericidas.

Bibliografía

Bahmani, M.; Taherikalani, M.; Khaksarian, M.; Rafieian-Kopaei, M.; Ashrafi, B.; Nazer, M.; Soroush, S.; Abbasi, N.; Rashidipour, M. The synergistic effect of hydroalcoholic extracts of *Origanum vulgare*, *Hypericum perforatum* and their active components carvacrol and hypericin against *Staphylococcus aureus*. *Future Sci OA* **2019**, *5*, FSO371. Doi: 10.4155/fsoa-2018-0096.

Hockett, K.L.; Baltrus, D.A. Use of the Soft-agar Overlay Technique to Screen for Bacterially Produced Inhibitory Compounds. *J Vis Exp* **2017**, *119*, 55064. Doi: 10.3791/55064.

Jurca, T.; Baldea, I.; Filip, G.A.; Olteanu, D.; Clichici, S.; Pallag, A.; Vicaș, L.; Marian, E.; Micle, O.; Crivii, C.B.; Mureșan, M. A Phytocomplex Consisting of *Tropaeolum majus* L. and *Salvia officinalis* L. Extracts Alleviates the Inflammatory Response of Dermal Fibroblasts to Bacterial Lipopolysaccharides. *Oxid Med Cell Longev* **2020**, *2020*, 8516153. Doi: 10.1155/2020/8516153



Clave 2023-25V

Identificación de parásitos gastrointestinales en bovinos de la Costa Sur de Jalisco, México

Shasta Danaé Chávez-Radillo¹, Ricardo Vicente-Pérez¹, Pedro Fabián Grifaldo-Alcántara¹, Enrique Octavio García-Flores² Ricardo Martínez-Martínez² y Ulises Macías-Cruz³

¹ Universidad de Guadalajara, División de Desarrollo Regional, Centro Universitario de la Costa Sur; shasta.chavez@alumnos.udg.mx; ricardo.vperez@academicos.udg.mx; pedro.grifaldo@academicos.udg.mx; eoctavio.garcia@academicos.udg.mx; ricardo.mmartinez@academicos.udg.mx

³ Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas; umacias@uabc.edu.mx

INTRODUCCIÓN

La parasitosis gastrointestinal es de las principales enfermedades que causan disminución en la productividad en el ganado bovino en todo el mundo (Perpere, 2013), principalmente afecta a los animales jóvenes (Aguilar, 2018). Los parásitos se encuentran alojados en el tracto digestivo del animal, causan daños como reducciones en las tasas de crecimiento, reducen la fecundidad e incrementan la mortalidad, repercutiendo en la economía de los ganaderos y empresas productoras (Fiel *et al.*, 2011). Los principales síntomas por parasitosis se manifiestan en pérdida de sangre y proteínas plasmáticas en el tracto intestinal, alteraciones del metabolismo de proteínas, reducción de minerales, diarreas, pérdida del apetito y anemia, todo esto en conjunto provoca bajo de peso, producción de leche y carne de los animales, además de ser susceptibles al ataque de otros organismos causantes de enfermedades (Chuchuca, 2019).

La distribución y epidemiología de los endoparásitos está presidida por la ubicación geográfica de sus hospederos o las condiciones propicias para que el parásito se desarrolle (Peña y Sandoval, 2014), tales como humedad por encima de 80% y temperaturas altas entre 25-27°C (Paredes, 2014). Aunque se conocen los grupos de parásitos presentes en las principales regiones productoras de ganado bovino en México, en la Costa Sur de Jalisco no se encontró evidencia, por lo cual resulta necesario identificar los PGI presentes en bovinos de la región Costa Sur de Jalisco. Por lo tanto, el objetivo del estudio es identificar los géneros de parásitos gastrointestinales en bovinos de Costa Sur de Jalisco, así como conocer su distribución y el tipo de infestación prevalecientes en el ganado bovino.



METODOLOGÍA

El trabajo de investigación se desarrolló en 3 ranchos de ganado bovino de dos municipios de la Costa Sur de Jalisco, entre los meses de julio y septiembre de 2022, periodo con mayor precipitación de la temporada de lluvias de la región. La región Costa Sur cuenta con un clima cálido subhúmedo, con temperatura media anual de 24.9°C y precipitación media anual de 1,250 milímetros (IIEG, 2022).

Para la identificación los géneros de los parásitos gastrointestinales presentes en la región se colectaron muestras de heces de 46 vacas adultas. Las muestras de heces se tomaron directamente del recto de las vacas con guantes ginecológicos, los cuales se voltearon con las muestras, se cerraron herméticamente e identificaron para transportarlas en hieleras de plástico a 4°C. Una vez en el Laboratorio de Bromatología del Centro Universitario de la Costa Sur, las muestras se mantuvieron a 4°C en un refrigerador para su posterior análisis en un periodo menor a 36 horas. Las muestras de heces se sometieron a coprocultivo en aserrín, para posteriormente recolectar las larvas siguiendo la técnica de Baermann y realizar la identificación por características morfológicas con la guía del manual realizado por Fiel *et al.* (2011). En el análisis estadístico se obtuvieron los porcentajes de prevalencia de cada género de parásito identificado y el tipo de infección a través del procedimiento FREQ del programa estadístico SAS (SAS, 2012)

RESULTADOS

En la figura 1 se presentan los porcentajes de distribución de géneros de parásitos gastrointestinales identificados en la región Costa Sur de Jalisco. Se identificaron 5 géneros de parásitos gastrointestinales en el área de estudio, en orden a su prevalencia fueron: *Trichostrongylus spp.* (79.3%), *Ostertagia spp.* (19.6%), *Oesophagostomum* (13.0%), *Nematodirus* (4.3%) y *Heamonchus* (2.17%). Por otro lado, se observó que predominó el tipo de infestación simple (56.7%), respecto al doble (21.7%) y triple (4.3%).

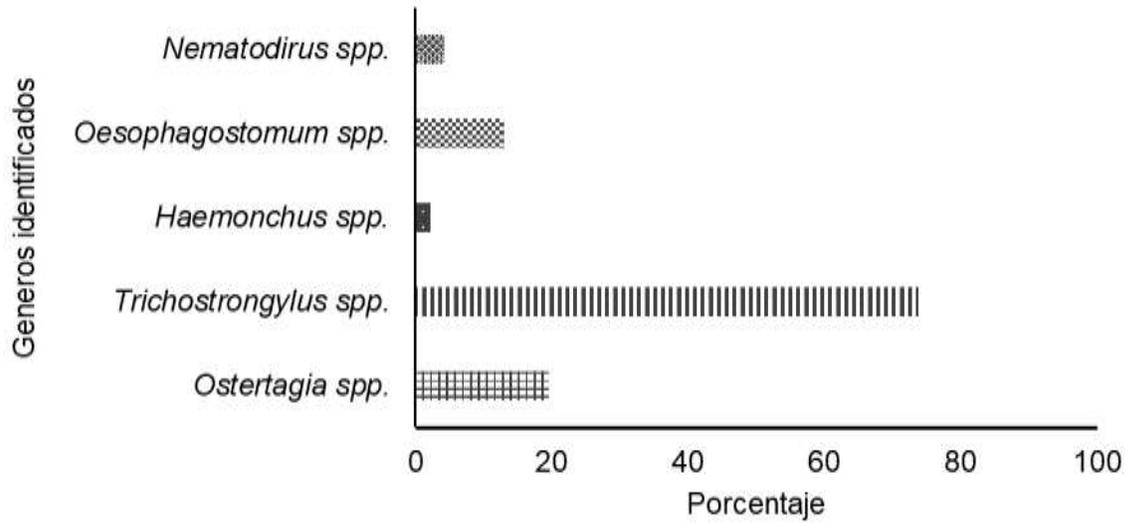


Figura 1. Prevalencia de géneros de parásitos gastrointestinales identificados en bovinos de la Costa Sur y Sierra de Amula

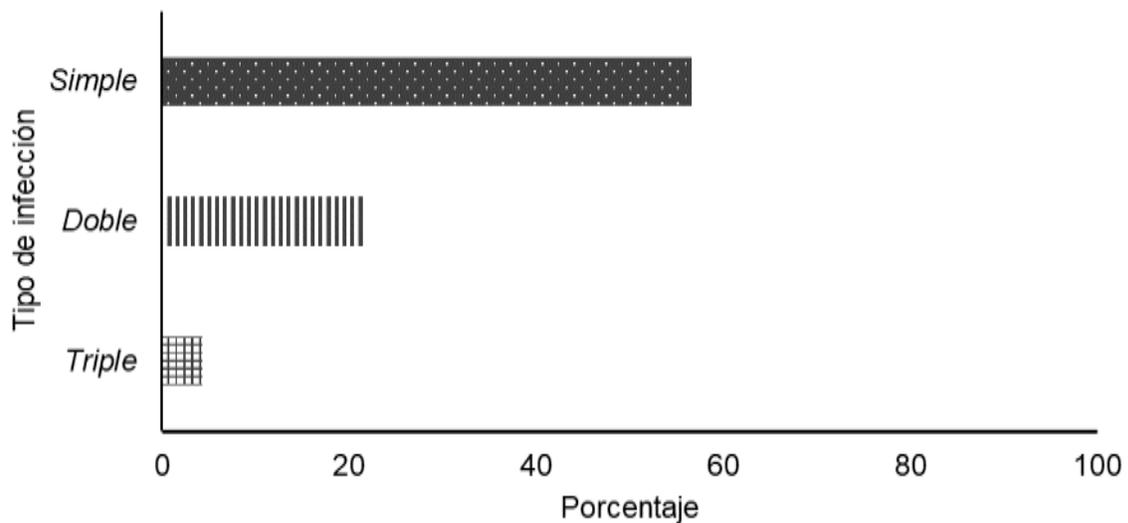


Figura 2. Tipo de infección por parásitos gastrointestinales identificados en la Costa Sur de Jalisco, México

DISCUSIÓN

Los géneros de parásitos gastrointestinales que se identificaron en la Costa Sur en orden a su prevalencia fueron *Trichostrongylus spp.*, *Ostertagia spp.*, *Oesophagostomum spp.*, *Nematodirus spp.* y *Haemonchus spp.* En coincidencia, en



dos regiones del occidente de México con clima templado subhúmedo y cálido subhúmedo los géneros con mayor frecuencia en bovinos jóvenes y adultos fueron *Haemonchus spp.*, *Oesophagostomun spp.*, *Trichostrongylus spp.*, *Cooperia spp.* y *Ostertagia spp.* (Munguí-Xóchihua et al., 2019).

Acorde a Soca et al. (2005) la distribución de los parásitos gastrointestinales responde a preferencias climáticas, por ejemplo, *Ostertagia spp.* y *Nematodirus spp.* se adaptan mejor a climas fríos y se encuentran en zonas templadas. Los géneros *Haemonchus spp.* y *Oesophagostomum spp.* prefieren climas cálidos, mientras *Trichostrongylus spp.* es capaz de completar su ciclo biológico de forma uniforme en cualquier tipo de clima. En este sentido, la preferencia climática de los propios parásitos explica en gran medida la incidencia que presentaron los parásitos en la región Costa Sur que posee climas templados subhúmedo. Por otro lado, *Haemonchus spp.* aunque tiene gran persistencia en distintos tipos de climas, las larvas infectivas tienen mayor probabilidad de supervivencia en meses posteriores a las lluvias (Vázquez et al., 2004), lo cual puede explicar su baja incidencia encontrada en el presente estudio. Además, la infestación simple, doble y triple por parásitos gastrointestinales coincidió con Munguí-Xóchihua et al. (2019), quienes encontraron que estos tres tipos de infección fueron las más comunes en bovinos jóvenes y adultos.

CONCLUSIÓN

Se identificaron cinco géneros de parásitos gastrointestinales en vacas de la región Costa Sur de Jalisco. El género *Trichostrongylus spp.* (79.3%) y la infección por parásitos gastrointestinales de tipo simple (56.7%) fueron lo que mayormente prevalecieron en las vacas de esta región Costa Sur del estado de Jalisco.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, J. 2018. Identificación de parásitos gastrointestinales en ganado bovino estabulado en sistema intensivo. Trabajo de tesis, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, Coahuila. 32 pág.
- Chuchuca, A. 2019. Prevalencia de parasitosis gastrointestinal en el ganado bovino mediante el análisis coprológico cuantitativo. Trabajo de titulación, Universidad Técnica Salesina, Ecuador. 84 pág.
- Fiel, C., Steffan, P., Ferreyra, D. 2011. Diagnóstico de las parasitosis más frecuentes de los rumiantes: técnicas de diagnóstico e interpretación de resultados. Tandil: Abad Benjamín.
- IIEG. 2022. Diagnóstico de la región Costa Sur. Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco. 51 pág.



-
- Munguía-Xóchihua, Javier, Leal-Franco, Ivette, Muñoz-Cabrera, José, Medina-Chu, Manuel, Reyna-Granados, Javier, & López-Castro, Pedro. (2019). Frecuencia de parásitos gastrointestinales en bovinos del sur de Sonora, México. *Abanico veterinario*, 9,
- Paredes, C. 2014. Incidencia parasitaria gastrointestinal en la ganadería lechera en la hacienda "Monte Carmelo" sector Urbina provincia Chimborazo. Trabajo de titulación, Universidad técnica de Ambato, Ecuador. 74 pág.
- Peña, V & Sandoval, K. 2014. Determinación de poblaciones de parásitos gastrointestinales y hemoparásitos en bovinos bos indicus ubicados en la finca Metapantano municipio de el Yopal, Casanare. Trabajo de grado, Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia. 88 pág.
- Perpere, A. 2013. Gastroenteritis parasitaria bovina: actualización técnica. SENASA: 10-24.
- Vázquez, V., Flores, J., Santiago, C., Herrera, D., Palacios, A., Liéban, E., Pelcastre, A. 2004. Frecuencia de nemátodos gastroentéricos en bovinos de tres áreas de clima subtropical húmedo de México. *Técnica Pecuaria en México*; 42(2):237-245.



Clave 2023-26V

Uso de ácido palmítico en la dieta de cabras lecheras para incrementar producción de leche y grasa láctea

J. Nathalia Álvarez-Torres¹, J. Efrén Ramírez Bribiesca¹, M. Magdalena Crosby-Galván¹, Mónica Ramírez-Mella², Alexis Ruiz-González³, L. Danilo Granados-Rivera⁴

¹Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. ²Colegio de Postgraduados, Campus Campeche, Champotón, Campeche, México. ³LAVAL University, Quebec, Canada ⁴Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental General Terán, General Terán, Nuevo León, México.

Introducción

El ganado lechero (vacas y cabras), en forma general, es alimentado con dietas altas en almidón. Esto, con el objetivo de cubrir los requerimientos de energía (NRC, 2007). No obstante, dicha estrategia provoca cambios en la función ruminal, como incremento en la producción del isómero trans-10, cis-12 18:2 (Zheng et al., 2020). Este isómero, está involucrado en la lipogénesis mamaria, al ser parte del mecanismo que regula la expresión de genes en la síntesis de ácidos grasos (AG). Una alta concentración de éste isómero en la glándula mamaria provoca una reducción en la grasa en leche de vacas y cabras (Lock et al., 2008; Zheng et al., 2020).

La situación anterior, puede afectar en forma negativa el rendimiento de queso (Chen et al., 2009), debido a que la grasa después de la caseína, es el componente más importante en la composición de la MS del queso (Guinee et al., 2007). Además, una disminución de grasa en leche incrementa la relación proteína:grasa (RPG) (Chen et al., 2009), la cual debe ubicarse entre 0.70 a 0.90, pues valores fuera de este rango reducen la firmeza del queso y favorece la pérdida de grasa hacia el suero lácteo. Al respecto, Guinee et al. (2007) reportan que por cada 0.1 puntos de aumento en la RPG, el rendimiento en queso disminuye 4 %.

Como alternativa a esta situación, se ha estudiado en forma amplia el uso de ácido palmítico (AP) en dieta de vacas lecheras, con resultados favorables. En estas investigaciones, se ha demostrado que el AP puede aumentar la concentración y rendimiento de grasa en la leche en comparación con dietas bajas en grasa (Mosley et al., 2007; Piantoni et al., 2013; Rico et al., 2017). Sin embargo, los estudios que evalúan el impacto del AP en la producción de leche y la secreción de grasa en cabras lecheras lactantes son escasos. Al respecto, Astrup et al. (1985) y Lévesque et al. (2022) observaron que la producción de leche no se vio afectada, mientras que la concentración de grasa en la leche aumentó en cabras recibieron AP, siendo estas dos



investigaciones las únicas que pudimos documentar en nuestra revisión sobre el uso del AP en la producción de leche de cabra. Por lo tanto, el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto del uso del ácido palmítico en la dieta de cabras lecheras sobre la producción de leche y composición química de la leche.

Metodología

Localización

El estudio se realizó en una unidad privada caprina, localizado en el municipio de Matamoros, Coahuila, México. La altitud del sitio es 1100 msnm. El clima, se clasifica como cálido seco (BWh), con temperatura y precipitación media anual de 22.6 °C y 215.5 mm respectivamente.

Cabras, diseño experimental y tratamientos.

Se utilizaron 21 cabras locales del Noroeste de México, no gestantes, de tercer parto y con 34.82 kg (\pm 1.61 kg) de peso vivo, con 11 (\pm 7) días en leche. Las cuales fueron distribuidas aleatoriamente en tres grupos de 7 cabras cada uno. Los tratamientos se asignaron aleatoriamente a cada grupo, usando un diseño completamente al azar. Las cabras tuvieron un periodo de adaptación de 2 semanas y 6 semanas experimentales. Los tratamientos fueron 1) dieta base; 2) dieta base + 3% de ácido palmítico; 3) dieta base + 6% de ácido palmítico. El AP fue una mezcla de AG microencapsulados > 85 % de AP, (Jefo Dairy Fat 99% ®, JEFO, Canadá).

Alimentación y ordeña.

Las cabras fueron alojadas en corrales individuales de 2 x 3 m, provistas de sombra, comederos y bebederos con agua *ad libitum*. Se le ofreció 2.5 kg d⁻¹ de la dieta base en fresco, repartida equitativamente en dos tomas al día (8:00 am y 14:00 pm), y el ALC se mezcló con el alimento según correspondía. Las cabras fueron ordeñadas una vez por día a mano (9:00 am).

Producción y composición de leche.

La producción de leche se midió en forma individual con una báscula portátil (Torrey®, capacidad 10 kg \pm 1 g) durante todo el periodo experimental. Asimismo, en forma individual se determinó la concentración de grasa, proteína y lactosa en la leche a través de ondas sonoras con un equipo automatizado (Milkoscope Expert®, Scope Electric).



Análisis estadístico

El análisis fue un diseño completamente al azar en arreglo con mediciones repetidas, utilizando el procedimiento MIXED (SAS Institute, 2008). Los valores de cada variable

*EEM= Error estándar de la media; AP= Ácido palmítico

en el período de adaptación se usaron para realizar un análisis de covarianza. El Cuadro 1. Efecto del ácido palmítico en la dieta de cabras lecheras sobre la producción y composición química de la leche

Variable	Tratamientos			EEM	P-value	
	Testigo	AP 3%	AP 6%		AP	AP * Semana
Producción de leche (g/día)	1654.88 ^b	1806.62 ^a	1778.00 ^{ab}	191.44	0.057	0.200
Composición química de la leche (%)						
Proteína	3.28	3.31	3.28	0.1	0.972	0.161
Grasa	2.63 ^c	3.56 ^b	4.52 ^a	0.3	0.001	0.839
Lactosa	4.87	4.92	4.88	0.1	0.975	0.094

modelo contenía los efectos del tratamiento, semana y la interacción entre ambos. La cabra fue el efecto aleatorio, y el tratamiento, la semana y su interacción efectos fijos. Se obtuvieron los criterios de información Bayesiano de Schwarz y Akaike, con lo que se determinó la estructura de covarianza más adecuada para cada variable. La comparación de medias de mínimos cuadrados se realizó a través de la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Resultados y discusión

La producción de leche incremento en 9.16 % cuando se incluyó 3 % de AP en la dieta de cabras lechera (p 0.057), mientras que la grasa en leche fue más alta en el tratamiento con 6 % de AP (p 0.001) (Cuadro 1).

El incremento de la producción de leche por efecto de incluir el 3 % de la dieta de AP difiere con lo reportado por Astrup et al. (1985) y Lévesque et al. (2022) quienes reportan que no hubo cambio en la producción de leche de cabras debido a la inclusión de AP en la dieta. Sin embargo, en estudios realizados en vacas lecheras, si se reporta



incremento de la producción de leche por efecto del AP (Mosley et al., 2007; Piantoni et al., 2013), no obstante, en la gran mayoría de estudios con vacas lecheras la producción de leche fue estadísticamente similar en los tratamientos con AP y el grupo testigo. Por otro lado, el AP aumento la concentración de grasa en leche, lo cual es consistente con los resultados previos en cabras (Astrup et al.,1985); Lévesque et al.,2022) y vacas lecheras (Mosley et al., 2007; Piantoni et al., 2013; Rico et al., 2017). Asimismo, la concentración de proteína y lactosa en leche no mostraron cambios por efecto del AP. Al respecto, el AP es un AG importante en la síntesis de triglicéridos en la glándula mamaria, con mayor potencial para incrementar la biosíntesis de lípidos en glándula mamaria (Hansen y Knudsen, 1987). En este sentido, la síntesis de triglicéridos consiste en la acilación sucesiva del esqueleto de glicerol-3-fosfato en sus tres átomos de carbono (sn 1, sn 2, sn 3), siendo el AP dentro de la primera acilación en el sn 1, el sustrato principal de la enzima glicerol-fosfato-acil-transferasa; esta acilación resulta en la formación de ácido lisofosfatídico, el cual es el punto de partida de la síntesis de triglicéridos (Kinsella y Gross, 1973). Por lo tanto, el aumento en la disponibilidad de C16:0 en la glándula mamaria, estimula la síntesis de triglicéridos en leche, lo que en consecuencia incrementa la concentración de grasa en leche (Rico et al., 2014), como lo observado en nuestra investigación.

Conclusión

Bajo estas condiciones experimentales, la inclusión de 3 % de la dieta de ácido palmítico en cabras lecheras incrementa la producción de leche. Además, incluir 3 % o 6 % de la dieta con ácido palmítico incrementa la concentración de grasa en leche, sin cambios en la concentración de proteína y lactosa en leche.

Bibliografía

- Astrup HN, Steine TA and Robstad AM. 1985. Taste, free fatty acids and fatty acids content in goat milk. *Acta Agriculturae Scandinavica* 35, 315–320.
- Chen, S. X., Rovai, M., Lock, A.L. Bauman, D.E. Gipson, T.A., Ren, F.Z. and Zeng S.S. 2009. Short communication: Effects of milk fat depression induced by a dietary supplement containing trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid on properties of semi-hard goat cheese. *Journal of Dairy Science* 92, 2534–2538
- Guinee T.P., Mulholland E.O., Kelly J., Callaghan D.J.O., 2007. Effect of protein-to-fat ratio of milk on the composition, manufacturing efficiency, and yield of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science* 90, 110-123.



Hansen HO, Knudsen J. 1987. Effect of exogenous long-chain fatty acids on individual fatty acid synthesis by dispersed ruminant mammary gland cells. *Journal of Dairy Science* 70, 1350–1354.

Kinsella JE, Gross M. 1973. Palmitic acid and initiation of mammary glyceride synthesis via phosphatidic acid. *Biochim Biophys Acta*; 316: 109–113.

Lévesque J, Dion S, Rico DE, Brassard M-È, Gervais R and Chouinard PY. 2022. Milk yield and composition in dairy goats fed extruded flaxseed or a high-palmitic acid fat supplement. *Journal of Dairy Research* 89, 355–366.

Lock AL, Rovai M, Gipson TA, De Veth MJ and Bauman DE. 2008. A conjugated linoleic acid supplement containing trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid reduces milk fat synthesis in lactating goats. *Journal of Dairy Science* 91, 3291–3299.

Mosley SA, Mosley EE, Hatch B, Szasz JI, Corato A, Zacharias N, Howes D and McGuire MA. 2007. Effect of varying levels of fatty acids from palm oil on feed intake and milk production in Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 90, 987–993.

National Research Council. 2007. *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*. Washington, DC: The National Academies Press.

Piantoni P, Lock AL and Allen MS. 2013. Palmitic acid increased yields of milk and milk fat and nutrient digestibility across production level of lactating cows. *Journal of Dairy Science* 96, 7143–7154.

Rico JE, De Souza J, Allen MS and Lock AL. 2017. Nutrient digestibility and milk production responses to increasing levels of palmitic acid supplementation vary in cows receiving diets with or without whole cottonseed. *Journal of Animal Science* 95, 436–446.

Rico, J. E., M. S. Allen, and A. L. Lock. 2014. Compared with stearic acid, palmitic acid increased the yield of milk fat and improved feed efficiency across production level of cows. *Journal of Dairy Science* 97, 1057–1066.



Clave 2023-27V

Identificación *in silico* de la red de interacción de factores de virulencia PLD y CP40 de *Corynebacterium pseudotuberculosis* aislado mexicano 2JL

Roberto Montes de Oca Jiménez^{ab*}, María Carla Rodríguez Domínguez^a, Martha Elba Ruiz Riva Palacio^b

^aCentro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México. ^bPlantel Sor Juana Inés de la Cruz. UAEM AMECAMECA, México. *Ponente principal: romojimenez@yahoo.com

Antecedentes

La Linfadenitis caseosa (LAC) es una enfermedad bacteriana que afecta principalmente a pequeños rumiantes, cuyo agente causal es *Corynebacterium pseudotuberculosis* biovar *ovis* (*C. pseudotuberculosis*). La enfermedad se presenta de forma cutánea y/o visceral, siendo en la primera característica la formación de abscesos en nódulos linfáticos subcutáneos, los cuales son visibles y palpables a través de la piel y su localización depende del punto de entrada del microorganismo. Las lesiones pueden aparecer como abscesos organizados, con inflamación, encapsulación fibrosa, pérdida de pelo sobrepuesto y ruptura eventual, dando como resultado la descarga de contenido purulento. En la forma visceral, los abscesos tienen lugar en los nódulos linfáticos internos, así como en pulmones, hígado y riñones, causando deterioro en la condición orgánica del animal hacia el desarrollo de un curso crónico⁽¹⁾. En el establecimiento de la infección se requiere de la adhesión a las células del hospedero, multiplicación intracelular, diseminación a otros tejidos y persistencia. Las proteínas PLD y CP40 constituyen factores de virulencia principales de *C. pseudotuberculosis ovis*, consideradas proteínas exportadas o secretadas por la bacteria, que favorecen la infección ya sea involucradas en la adhesión e invasión de las células del hospedero, en la adquisición de nutrientes, toxicidad y en la evasión del sistema inmune^(2,3). Aun se continúa con el estudio de los factores de virulencia de *C. pseudotuberculosis*, para establecer el conjunto de proteínas que participan en interacción para el establecimiento de la infección bacteriana.

Justificación

En los últimos años la ovinocultura mexicana se ha fortalecido de manera considerable, por lo que las investigaciones se han dirigido al estudio de patógenos que afectan las producciones de pequeños rumiantes. La Linfadenitis caseosa es una enfermedad que se encuentra presente en el territorio mexicano y es considerada una de las enfermedades infecciosas económicamente más importantes que afecta la producción ovina y caprina.



Figura 1. Red de interacción de la proteína PLD en relación con 50 interacciones para un valor de confianza de 0.7. En los círculos: el color amarillo se asocia con procesos metabólicos celulares, el color verde con expresión de genes, el color azul con regulación del metabolismo celular, el color rojo con regulación de actividad endopeptidasa y el color gris: no asociación o función establecida. En las líneas: el color amarillo se asocia con: mención en un mismo texto científico, el color azul oscuro: co-expresión de genes, verde: genes cercanos, rojo: genes fusionados, negro: co-expresión de proteínas, gris: proteínas homologas, azul claro: proteínas relacionadas en bases de datos y magenta: proteínas relacionadas experimentalmente.

La proteína PLD estableció relación con el péptido serine proteasa, pepD (posible CP40), del tipo amarillo se asocia con procesos metabólicos celulares, verde con expresión de genes, azul con regulación del metabolismo celular y rojo con regulación de actividad endopeptidasa.

La proteína CP40 establece relación principalmente con proteínas asociadas a adhesión celular y de unión a dominios de IgG (Figura 2).

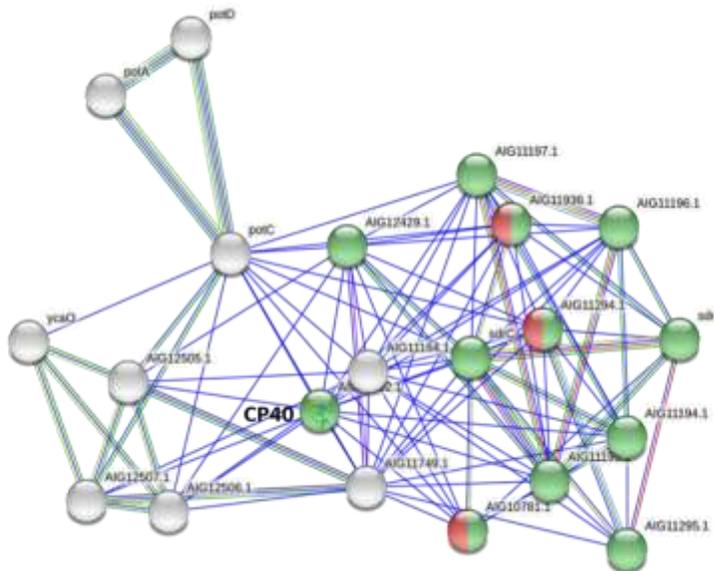


Figura 2. Red de interacción de la proteína CP40 en relación con 20 interacciones para un valor de confianza de 0.7. En los círculos: el color verde se asocia con unión a dominios de IgG, el color rojo dominios de adhesión y el color gris: no asociación o función establecida. En las líneas: el color amarillo se asocia con: mención en un mismo texto científico, el color azul oscuro: co-expresión de genes, verde: genes cercanos, rojo: genes fusionados, negro: co-expresion de proteínas, gris: proteínas homologas, azul claro: proteínas relacionadas en bases de datos y magenta: proteínas relacionadas experimentalmente.



claro: proteínas relacionadas en bases de datos y magenta: proteínas relacionadas experimentalmente.

Discusión

La adquisición de genes por transferencia horizontal ha sido trascendental en la evolución de la patogenicidad de las bacterias; ya que las funciones de los genes adquiridos le han permitido adaptarse a las distintas condiciones ambientales, incluyendo la supervivencia en diferentes nichos durante la infección a los hospederos. La mayoría de los genes de virulencia de *C. pseudotuberculosis* están agrupados en el genoma en regiones denominadas islas de patogenicidad. En *C. pseudotuberculosis* se han identificado 16 islas de patogenicidad, denominadas PiCp, donde la presencia de un gen de transposasa en la PiCp1, posiblemente permitió la incorporación de esas islas de patogenicidad en el genoma. Estas regiones contienen varios genes implicados en la adhesión, invasión, colonización, propagación dentro del hospedero, supervivencia en el interior de las células infectadas y la evasión del sistema inmune ^(4; 5; 6; 7).

La exotoxina Fosfolipasa D es considerada el factor de virulencia principal de *C. pseudotuberculosis* ⁽⁸⁾. El gen *pld* fue identificado y secuenciado en 1990, forma parte de la isla de patogenicidad PiCp1 y codifica para una proteína de 31.4KDa ⁽⁹⁾. La PLD es clasificada como una Esfingomielinasa D, también conocida como esfingomielina fosfodieasterasa D o fosfolipasa D (PLD), que cataliza la escisión hidrolítica de la esfingomielina para producir colina y ceramida 1-fosfato o colina y ácido lisofosfatídico (LPA) ⁽⁹⁾. El mecanismo de acción de la toxina cataliza la disociación de la esfingomielina en las membranas celulares endoteliales, lo que aumenta la permeabilidad vascular, contribuye a la diseminación y persistencia de la bacteria en los fagocitos, que la transportan a nódulos linfáticos donde se desarrollan los abscesos ⁽⁴⁾. Aunque su acción no se ha considerado directamente hemolítica, se ha informado que es capaz de producir hemólisis sinérgica.

La proteína CP40 fue identificada en 1994 como antígeno con capacidad protectora contra la LAC. El gen presenta un marco abierto de lectura de 1,137 pb y se encuentra ubicado corriente abajo del gen *pld* en la PiCp1. La proteína CP40 fue detectada en el sobrenadante del medio de cultivo de *C. pseudotuberculosis* mediante inmunoensayo, por lo que se caracterizó como proteína extracelular secretada por la bacteria ⁽¹⁰⁾. Inicialmente fue descrita como enzima con actividad proteasa serina, pero en el 2016 se realizó un estudio donde se demostró que la actividad enzimática desarrollada por esta proteína es de endoglicosidasa mediadoras de la hidrólisis de enlaces glicosídicos ⁽¹¹⁾. La función de CP40 como factor de virulencia se ha asociado a la capacidad demostrada *in vitro* de degradar la región Fc de anticuerpos IgG. La endoglicosidasa



CP40 no hidroliza los glicanos en las IgG bovinas y caprinas, mientras que si hidroliza la IgG ovina y la IgG equina. Se plantea que esto se debe a que el contenido total de los carbohidratos en la IgG caprina, tales como grupos fucosilados, terminales galactosidados y oligosacáridos bisectantes, es mucho más bajos que en los IgG humanos e IgG ovina ⁽¹¹⁾.

El desarrollo de una infección experimental en ovinos demostró mediante ensayos de inmunoblot que la producción de anticuerpos estuvo dirigida en un 88% al reconocimiento de proteínas de 30-31KDa (PLD) y en un 75%-88% hacia proteínas de 38-41KDa (CP40), rango en el que se encuentran ambas proteínas ⁽¹²⁾. El análisis del exoproteoma de la cepa 1002 de origen brasileño, antes y después de la reactivación de la virulencia tras 2 pases en ratones BALB/c, mostró dos perfiles proteicos diferentes. Un total de 118 proteínas se expresaron de manera diferente, de estas 48 solo se detectaron en la cepa no virulenta y 32 en la cepa tras 2 pases en el modelo animal. El análisis por espectrometría de masas permitió la identificación de las proteínas PLD y CP40 únicamente en la cepa cuya virulencia fue reactivada. La cepa 1002 se había mantenido en el laboratorio y tras varios pases en medio de cultivo el perfil de expresión cambio, especialmente no mostrando proteínas efectoras relacionadas a la virulencia bacteriana. Sin embargo, en este estudio se demostró que tras 2 pases en ratones fue capaz de reactivar su virulencia ⁽¹³⁾. Por otra parte, a través de PCR en tiempo real se identificaron *in vitro* e *in vivo* la expresión de varios genes involucrados en la virulencia entre ellos *pld* y *cp40*. Este análisis permitió constatar que en las cepas aisladas de nódulos linfáticos la expresión de estos genes fue superior en comparación con la cepa obtenida de cultivo *in vitro* ⁽¹⁴⁾. Ambas proteínas constituyen importantes factores de virulencia y potenciales candidatos para el desarrollo de vacunas contra la LAC.

Conclusión

El trabajo permitió predecir *in silico* las proteínas que pueden estar relacionadas con PLD y CP40, en interacciones de tipo funcionales y metabólicas. El uso de ambas proteínas en una formulación vacunal estaría direccionando la acción del sistema inmune sobre la acción de mecanismo o funciones bacterianas diferentes, lo cual representa una estrategia valiosa para el desarrollo de una vacuna.

Bibliografía

1. **Dorella**, F.A., Pacheco, L.G., Oliveira S.C., Miyoshi, A., y Azevedo, V. (2006a). *Corynebacterium pseudotuberculosis*: microbiology, biochemical properties,



- pathogenesis and molecular studies of virulence. *Veterinary research*, 37(2), 201–218.
2. **Pacheco**, L.G.C, Slade, S.E, Seyffert, N., Santos, A.R., y Castro, T.L.P. (2011). A combined approach for comparative exoproteome analysis of *Corynebacterium pseudotuberculosis*. *BMC Microbiology*, 11, 12.
 3. **Seyffert**, N., Silva, R.F., Jardim, J., Silva, W.M., Castro, T.L., Tartaglia, N.R., y otros. (2014). Serological proteome analysis of *Corynebacterium pseudotuberculosis* isolated from different hosts reveals novel candidates for prophylactics to control caseous lymphadenitis. *Vet Microbiol*, 174, 255–60.
 4. **Ruiz**, J.C., D’Afonseca, V., Silva, A., Ali, A., y Pinto, A.C. (2011). Evidence for reductive genome evolution and lateral acquisition of virulence functions in two *Corynebacterium pseudotuberculosis* strains. *PLoS One*, 6, e18551.
 5. **Soares**, S.C., Trost, E., Ramos, R.T.J., Carneiro, A.R., Santos, A.R., Pinto, A.C., Barbosa, E., y otros. (2012). Genome sequence of *Corynebacterium pseudotuberculosis* biovar equi strain 258 and prediction of antigenic targets to improve biotechnological vaccine production. *J of Biotech*, 167(2), 135-141.
 6. **Soares**, S.C., Silva, A., Trost, E., Blom, J., Ramos, R., y Carneiro, A. (2013). The pan-genome of the animal pathogen *Corynebacterium pseudotuberculosis* reveals differences in genome plasticity between the biovar ovis and equi strains. *PLoS ONE*, 8(1), e53818.
 7. **Viana**, M.V.C., Figueiredo, H., Ramos, R., Guimares, L.C., Pereira, F.L., Dorella, F.A., Salah, A., y otros. (2017). Comparative genomic analysis between *Corynebacterium pseudotuberculosis* strains isolated from buffalo. *PLoS ONE*, 12(4), e0176347.
 8. **Sá**, M.A., Gouveia, G.V., Krewer, C., Veschi, J.L.A., Mattos-Guaraldi, A.L., y Costa, M.M. (2013). Distribution of PLD and FagA, B, C and D genes in *Corynebacterium pseudotuberculosis* isolates from sheep and goats with caseus lymphadenitis. *Genetics Mol Biol*, 36(2), 265-268.
 9. **Hodgson**, A. L. M., Bird, P., y Nisbett, I. T. (1990). Cloning, nucleotide sequence, and expression in *Escherichia coli* of the phospholipase D gene from *Corynebacterium pseudotuberculosis*. *J Bacteriol*, 172, 1256–1261.
 10. **Walker**, J., Jackson, H.J., Wilson, M.J., Eggleton, D.G., Meeusen, E. N. T., y Brandon, M.R. (1994). Identification of a novel antigen from *Corynebacterium pseudotuberculosis* that protects sheep against caseous lymphadenitis. *Infect Immunol*, 62, 2562–2567.
 11. **Shadnezhad** A, Naegeli A, Collin, M. (2016). CP40 from *Corynebacterium pseudotuberculosis* is a endo B-N- acetylglucosaminidase. *BMC Microbiol*, 63(1), 206-211.



-
12. **Paule**, B.J., Meyer, R., Moura-Costa, L.F., Bahia, R.C., Carminati, R., y Regis, L.F. (2004). Three-phase partitioning as an efficient method for extraction / concentration of immunoreactive excreted-secreted proteins of *Corynebacterium pseudotuberculosis*. *Protein Expr Purif*, 34, 311–16.
 13. **Silva**, W. M., Dorella, F.A., Soares, S.C., Souza, G.H.M., Castro, T.L.P., Seyffert, N., Figueiredo, H., y otros. (2017). A shift in the virulence potential of *Corynebacterium pseudotuberculosis* biovar ovis after passage in a murine host demonstrated through comparative proteomics I. *BMC Microbio*, 17, 55.
 14. **Correa**, J.I., Stocker, A., Castro, S.T., Vale, V., Brito, T, Bastos, B., y otros. (2018). In vivo and in vitro expression of five genes involved in *Corynebacterium pseudotuberculosis* virulence. *AMB Expr*, 8, 89.



Clave 2023-28V
Resultados preliminares sobre la inestabilidad genómica de dos vacunas recombinantes para tuberculosis bovina

Ramos-Ibarra María Luisa¹, Villa-Castellanos José Salvador², Barba-León Jeannette³, Flores-Valdez Mario Alberto⁴, Zavala-Aguirre José Luis⁵, Torres Bugarín Olivia⁶

¹Laboratorio de Toxicología Genética. Departamento, Salud pública, División Ciencias Veterinarias, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. México. ²Comité Estatal Para el Fomento Y Protección Pecuaria de Aguascalientes. S. C. ³Laboratorio de Caracterización Molecular de Patógenos. Departamento de Salud Pública, División Ciencias Veterinarias, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. México. ⁴Biotecnología Médica y Farmacéutica Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco., A.C. México. ⁵Laboratorio de Hidrobiología y Ecotoxicología Acuática, Dirección Departamental de Biotecnología y Ambientales, Universidad Autónoma de Guadalajara. México. ⁶Laboratorio de Evaluación de Genotóxicos, Programa Internacional de Medicina, Universidad Autónoma de Guadalajara. México. maluisaramos@hotmail.com. chavavilla06@gmail.com, jeannbarba@gmail.com, floresv@ciatej.mx, jzavala@edu.uag.mx, oliviatorres@hotmail.com

La tuberculosis bovina, causada por *Mycobacterium bovis* (*M. bovis*) es una enfermedad infecto-contagiosa de alto riesgo que presenta elevados índices de morbilidad-mortalidad. Esto demanda con urgencia el desarrollo de vacunas con la finalidad de erradicarla. Sin embargo, las propuestas de vacunas que se evaluaron se encuentran a nivel experimental, tanto para corroborar su eficacia como para descartar efectos sobre la inestabilidad genética. El objetivo de este trabajo exploratorio, fue evaluar la inestabilidad genética (genotoxicidad) de dos potenciales vacunas, recombinantes antituberculosa bovina en becerras Holstein Freisan, edad promedio de 9 meses, mediante eritrocitos micronucleados (EMN). Se formaron 5 grupos: 1) Solución salina, 2) El vector pVAX1 (Vector sin inserto), CV), 3) Vacuna *M. bovis* tipo 1 (PE11 [VR1]), 4) Vacuna *M. bovis* tipo 2 (PPE68 [VR2]), 5) Ambas vacunas (VR1+VR2). A cada organismo se le tomaron 5 muestras de sangre: la primera previa al tratamiento, de la 2^{da}- 4^{ta} muestra cada 24 horas y la 5^{ta} a los 90 días postratamiento. Las muestras se analizaron con microscopía y se contabilizaron eritrocitos micronucleados (EMN)/10,000 eritrocitos totales (ET). Las frecuencias de EMN disminuyeron con la edad (*Kruskall Wallis*, 95%) debido a la madurez del sistema reticuloendotelial de los animales. Al analizar los tratamientos con respecto al control, se identificó menor valor de EMN en los grupos VR2 y en VR1+VR2 (P=0.02). Estos resultados, aparentan efecto citotóxico (efecto que no se corroboró de manera convencional, debido a que los bovinos mayores de 6 meses no presentaron eritrocitos policromáticos), ya que la frecuencia de EMN (genotoxicidad) disminuye al haber mielodepresión, la cual puede estar ocasionada como parte de la reacción de las vacunas recombinantes sobre el sistema inmune. Sin embargo, para confirmar la inestabilidad genética como citotoxicidad se sugiere continuar el estudio en organismos menores a 6 meses y con un mínimo de 5 animales por grupo.



Clave 2023-29V

Análisis económico de la pigmentación del pollo de engorda mediante extractos de cempasúchil

Olson Reyes Jesse Iván¹, Javier Arturo Munguía Xochihua², Prado Rebolledo Omar³, García Casillas Arturo César³, Martínez González Sergio^{*4}

¹Estudiante de la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Nayarit. México. ²Programa Educativo de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Depto. Ciencias Agronómicas y Veterinarias. Instituto Tecnológico de Sonora. México. ³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Colima. México. ⁴Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Nayarit. Carretera Compostela-Chapalilla Km 3.5. Compostela, Nayarit. México. Autor de correspondencia: Martínez González Sergio, Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Nayarit. Carretera Compostela-Chapalilla Km 3.5. Compostela, Nayarit. México. sergio.martinez@uan.edu.mx

Resumen

En la industria avícola, uno de los problemas de importancia económica, es la pigmentación de la piel y tarsos del pollo; ya que la apariencia visual, especialmente el color, es una característica importante y determina la elección o el rechazo del producto, ya que el consumidor asocia una piel amarilla intensa con aves sanas y fresca de la canal. En su comercialización hay penalizaciones económicas que van desde los \$0.50 a los \$2.00 pesos por pollo mal pigmentado. Debido a lo anterior, se adicionan pigmentantes a la dieta del pollo para mejorar su presentación. En la actualidad para pigmentar la piel del pollo se usa un pigmento que proviene de extractos saponificados de la flor de cempasúchil (*Tagetes erecta*) que se adiciona en el alimento, el cual, al ser ingerida por el animal, se deposita en su piel y en sus tejidos grasos y le proporciona un color amarillento característico. El pigmento comercial que se utilizó para este propósito fue Avelut Líquido que es un producto avícola hecho a base de extractos de flor de cempasúchil. En las semanas 5, 6 y 7 es la edad a la que se monitoreo la pigmentación de las aves, mediante el colorímetro de reflectancia CR-400 Minolta. Los grados de pigmentación de 27 puntos a los 49 días de edad con peso vivo de 2.8 a 3 kg se obtuvieron satisfactoriamente a un costo de 0.51 pesos por pollo finalizado, el cual se considera bajo con relación al beneficio.



Clave 2023-30V

Comparación de biopreparado vs probiótico comercial sobre los metabolitos sanguíneos en corderos en época de estiaje

Rómulo Bañuelos-Valenzuela^{1*}  apozolero@hotmail.com, Lucía Delgadillo-Ruiz^{2**}  delgadillolucia@gmail.com, Carlos Meza-López¹  carmezlop@yahoo.com.mx, Benjamín Valladares-Carranza³ benvac2004@yahoo.com.mx, Francisco Echavarría-Cháirez^{1, 4}  fehava1@yahoo.com, Perla Ivonne Gallegos-Flores²  perla_gf17@hotmail.com, Feliciano Luna-Muñoz¹ chanillo875@gmail.com

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Zacatecas. Carretera Panamericana Fresnillo-Zacatecas s/n, Centro, CP. 98500 Víctor Rosales, Zacatecas, México. ²Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas. Avenida preparatoria s/n colonia Hidráulica, CP. 98068, Zacatecas, Zacatecas, México. ³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. ⁴Instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias. Campo experimental Zacatecas, México. *Autor responsable: apozolero@hotmail.com **Autor de correspondencia: delgadillolucia@gmail.com

RESUMEN

Se comparó el efecto de un biopreparado de microorganismos (PNC) vs probiótico comercial REVET® (PCRE) a diferentes concentraciones, sobre la ganancia de peso y metabolitos sanguíneos de corderos en crecimiento y período de estiaje con una dieta de mantenimiento. Se realizó en el Remolino, Juchipila, Zacatecas, México utilizando 21 corderos cruce Katahdin X Dorper, de 59±5 días, pesos promedio de 14.3±1.74 kg. La inclusión del PNC fue en los tratamientos: T1 100%, T2 66% y T3 33%; un testigo T4 (sin adicionar microorganismos) y para PCRE T5 100%, T6 66% y T7 33%. El estudio fue de marzo a junio, registrándose el peso de cada cordero y se extrajeron muestras sanguíneas; para la determinación de metabolitos. Se realizó un análisis de varianza con diseño completamente al azar y análisis de medidas repetidas. La ganancia de peso fue mayor en T6, T7 y T5 con PCRE. De los metabolitos sanguíneos (proteína, urea, triglicéridos, creatinina y glucosa), ninguno mostró diferencias (P<0.05), solo hubo diferencias (P<0.05) en la interacción con el tiempo en proteína, la cual fue debida a una disminución a través del estudio, sobresaliendo el T2 del PNC y en la creatinina que mostraron crecimiento los tratamientos T6 y T7 PCRE y T2 y T3 PNC. El uso de biopreparados de microorganismos es una alternativa, y el mejor tratamiento fue T6 PCRE, aunque el biopreparado de microorganismos es de bajo costo, los resultados no respaldan su uso, ni en la ganancia de peso, ni en los metabolitos sanguíneos.

Palabras clave: Probiótico, nutrición, metabolitos, peso, estiaje.



ABSTRACT

The effect of a biopreparation of microorganisms (PNC) vs commercial probiotic REVET® (PCRE) at different concentrations, on weight gain and blood metabolites of growing lambs and dry season with a maintenance diet was compared. It was carried out in El Remolino, Juchipila, Zacatecas, Mexico using 21 Katahdin X Dorper cross lambs, 59±5 days old, average weight of 14.3±1.74 kg. The inclusion of the PNC was in the treatments: T1 100%, T2 66% and T3 33%; a control T4 (without adding microorganisms) and for PCRE T5 100%, T6 66% and T7 33%. The study was from March to June, recording the weight of each lamb and blood samples were taken, for the determination of metabolites. An analysis of variance with a completely randomized design and repeated measures analysis was performed. Weight gain was higher at T6, T7 and T5 with PCRE. Of the blood metabolites (protein, urea, triglycerides, creatinine and glucose), none showed differences ($P<0.05$), there were only differences ($P<0.05$) in the interaction with time in protein, which was due to a decrease at throughout the study, standing out the T2 of the PNC and in the creatinine that showed growth the treatments T6 and T7 PCRE and T2 and T3 PNC. The use of microorganism biopreparations is an alternative, and the best treatment was T6 PCRE, although the microorganism biopreparation is low cost, the results do not support its use, neither in weight gain, nor in blood metabolites.

Keywords: Probiotic, metabolites, weight, drought.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático afecta negativamente la seguridad alimentaria en los sistemas de producción pecuaria, al modificar la asiduidad de eventos ambientales, tales como desertificación, sequías, precipitaciones, evaporación, así como exacerbación de la degradación de la tierra a través de cambios en la intensidad y frecuencia de la lluvia, inundaciones, sequías, periodos secos, estrés por viento y calor, entre otros, afectando la calidad y cantidad de forraje y disponibilidad de éste. Las variables climáticas pueden desencadenar problemas fisiológicos, bioquímicos, hematológicos, alteraciones hormonales que influyen en el mantenimiento de la homeostasis, homeotermia y pueden afectar producción y productividad en ovinos ([McManus et al., 2020](#)).

La sequía, debida a la variabilidad del clima, que se refleja en escasa y mala distribución de precipitación pluvial, genera cambios en la composición de la vegetación del pastizal, lo que, a su vez, influye en la disponibilidad y calidad del forraje para el ganado, afectando directamente a la producción pecuaria, la que depende de esto para mantener sus hatos y medio de vida ([Schroeder et al., 2019](#); [Vetter et al., 2020](#)).

Los sistemas de producción ovina en México son de gran importancia económica y social en las zonas áridas y semiáridas, contribuyendo a la supervivencia de sus habitantes y supliendo las necesidades alimenticias de sectores de la población, tanto de los estados productores del norte (Zacatecas), como los localizados en el centro (Hidalgo y Estado de México) los cuales son grandes consumidores de carne de ovino ([Echavarría y Gómez, 2013](#)).



El mantenimiento de los hatos de ovinos depende en parte del pastoreo extensivo de agostaderos, los cuales presentan deficiencias para complementar las necesidades nutrimentales de los ovinos, en estudios realizados en la dieta consumida por ovinos en terrenos de agostaderos de Zacatecas ([Echavarría et al., 2006](#)) se demostró que sólo en los meses de verano se alcanzaban los niveles proteicos necesarios (12.1%) y que en el invierno se presenta un déficit proteico del año para suplir las necesidades mínimas.

Aún en sistemas semi-intensivos de manejo estabulado y con pastoreo, en los cuales se presenta la posibilidad de acceso a residuos de cosecha (sistemas mixtos), la necesidad de un suplemento es requerida para completar las necesidades nutrimentales, las cuales se presentan principalmente en los meses de invierno, cuando escasea la lluvia y la calidad del forraje disminuye. Debido al cambio climático, que es un fenómeno global que por sus efectos representa una amenaza para la viabilidad y sustentabilidad de la producción ovina, son necesarias opciones tecnológicas de bajo costo, como las aquí evaluadas para apoyar la productividad en los territorios ubicados en las zonas del trópico.

Los corderos son animales importantes en el hato ganadero, sin embargo, siguen siendo poco estudiados y descritos, la pérdida de peso estacional debido a la escasez de pastos durante la estación seca es una de las condiciones más limitantes para la producción de rumiantes en los trópicos, para contrarrestar dicho efecto, los ovinocultores pueden usar una combinación de suplementos de probióticos comerciales o usar biopreparados en combinación con razas que están naturalmente adaptados al estrés nutricional ([Miller et al., 2019](#)).

Los probióticos son cultivos simples o mezclados de microorganismos vivos que, aplicados a los animales y al hombre, benefician a éstos dado que mejoran las propiedades de la microflora intestinal original. Son también un ejemplo del desarrollo expansivo de la investigación biomédica y constituyen aditivos que se utilizan cada vez más por los efectos benéficos que producen ([Fernández et al., 2019](#)).

La suplementación de probióticos con una dieta regular puede mejorar el consumo de alimento y la absorción de nutrientes a un efecto positivo, el aumento de peso y la tasa de conversión alimenticia en rumiantes, mejora el rendimiento animal y la concentración de glucosa, proteína total de la sangre y disminución del colesterol. Sin embargo, la información con la que actualmente se dispone sobre los efectos en el rendimiento del crecimiento, los valores hematológicos, y algunas variables bioquímicas, es escasa y se debe detallar su comportamiento ([El-Sayed & Mousa, 2020](#)).



En el mercado existen diferentes marcas de probióticos comerciales, sin embargo, una de las limitantes del uso de probióticos para los productores de ovinos de bajos recursos económicos es el costo elevado, lo que vuelve incosteable su uso. La alternativa de aplicar biopreparados caseros o artesanales, es la posibilidad de sortear la época de sequía y la baja disponibilidad de forraje, sin que el hato sufra una disminución en su productividad ([Markowiak & Ślizewska, 2018](#)).

Por lo anteriormente expuesto y en espera de las mejores condiciones de alimentación que se presentan en los ovinos, este estudio, tuvo como finalidad comparar el efecto de un biopreparado de microorganismos (PNC) vs probiótico comercial REVET® (PCRE) a diferentes concentraciones, sobre la ganancia de peso y metabolitos sanguíneos en la nutrición de corderos durante el crecimiento y periodo de estiaje con una dieta de mantenimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales y diseño experimental

El experimento se realizó en la comunidad el Remolino, municipio de Juchipila, Zacatecas, México, localizada entre 103°07'26.15" N y 21°21'48.10" O, a 1220 msnm. La temporada de estiaje (temporada seca con altas temperaturas) inicia a finales del mes de marzo y termina con las primeras lluvias de junio. El estudio incluyó 21 corderos en crecimiento de pelo, cruce de Katahdin X Dorper, sanos, con edad de 59±5 días, con pesos promedio de 14.3±1.7 kg, alojados en condiciones homogéneas en corraletas individuales de malla de alambre, comederos de canoa, cubeta de 20 litros como bebedero para cada corraleta, la suplementación con las diferentes dosis del biopreparado y probiótico comercial fue adicionada en el agua, la cual estaba *ad libitum* ([El-Sayed & Mousa, 2020](#); [Delgadillo-Ruiz et al., 2022](#)). Los ovinos en crecimiento fueron asignados en dos grupos y distribuidos como se indica en la Tabla 1. Se usó una dieta a base de rastrojo de maíz molido 70%, alfalfa molida 15%, grano de maíz 5%, melaza 8%, bicarbonato 1.5%, premezcla de vitaminas y minerales 0.1%, sal común 0.4%. El contenido bromatológico de la mezcla del alimento para ovinos en crecimiento, mostro los valores por cada 100 g, materia seca el 89.8%, humedad el 10.4% proteína cruda 8.3% fibra detergente ácida 24.4% fibra detergente neutro 38.8%, carbohidratos no fibrosos 27.3%, almidón el 8.3%, grasa cruda 2.0%, cenizas 13.21%, total de nutrientes digestibles el 56%, energía neta lactancia 1.25 Mcal/kg, energía neta mantenimiento 1.23 Mcal/kg, energía neta ganancia 71 Mcal/kg. Las unidades experimentales fueron sometidos a un periodo de adaptación durante 17 días, previo a la temporada de estiaje, de marzo a junio ([Delgadillo-Ruiz et al., 2022](#)).



Tabla 1. Tratamientos utilizados en agua de bebida

Tratamientos	% Dosis	Cantidad de animales
T1 PNC	100% de la dosis recomendada en 6 L de agua + dieta	3
T2 PNC	66% de la dosis recomendada en 6 L de agua + dieta	3
T3 PNC	33% de la dosis recomendada en 6 L de agua + dieta	3
T4 testigo	0% de la dosis recomendada en 6 L de agua + dieta	3
T5 PCRE	100 % dosis recomendada en 6 L de agua + dieta	3
T6 PCRE	66 % dosis recomendada en 6 L de agua + dieta	3
T7 PCRE	33% dosis recomendada en 6 L de agua + dieta	3

PNC: biopreparado de microorganismos. PCRE: probiótico comercial REVET®.

Preparación del biopreparado de microorganismos (PNC) sólidos

Para la elaboración del biopreparado se mezclaron en un barril de plástico con capacidad de 100 litros, se utilizaron 40 kg de salvado de trigo, 20 kg de mantillo forestal (materia orgánica en descomposición) el cual contenía los microorganismos eficientes sólidos (biopreparado); solución de 0.5 kg de melaza en cinco litros de agua (Delgadillo-Ruiz *et al.*, 2022). El contenedor se abrió cada dos o tres días para liberar gases generados en los 30 días que tardó el PNC en estar listo y como la señala Kyan *et al.* (1999).

Elaboración de PNC líquido

Se tomaron ocho kg de PNC sólido, se colocaron envueltos en una manta y se introdujeron en 100 L de agua con 5 kg de melaza, se dejó reposar por dos horas (Kyan *et al.*, 1999) transcurrido el tiempo estuvo listo para ser utilizado. Posteriormente se caracterizó el contenido de microorganismos mediante el uso de medios selectivos sembrados en placa. El PNC de administración contenía: mesófilos 1.94×10^7 UFC/100mL, *Lactobacillus* sp. 1.6×10^6 UFC/100mL, *Staphylococcus aureus* 4.2×10^4 UFC/100mL, *Candida* sp. 5.5×10^3 UFC/100mL, *E. coli* 1.18×10^6 UFC/100mL, hongos 4.0×10^5 UFC/100mL y levaduras 4.27×10^7 (Delgadillo-Ruiz *et al.*, 2022). En la Tabla 1 se observa el suministro del PNC en los distintos tratamientos.

Preparación del probiótico comercial REVET® (PCRE) líquido

El probiótico de administración coadyuba al equilibrio de microorganismos intestinales en ovinos, previene la disfunción ruminal, aumenta la síntesis microbiana, mantiene el



equilibrio y las condiciones óptimas de la flora del rumen, las dosis recomendadas por el fabricante es 3 g por día en ovinos, los cuales se diluyeron en 6 litros de agua (100%), 1.32 g diluyéndose en 6 litros de agua (66%) y 0.99 g diluyéndose en 6 litros de agua (33%). De acuerdo con las especificaciones del proveedor contiene *Lactobacillus acidophilus* 7.3×10^{18} UFC/100mL, *Streptococcus faecium* 1.1×10^6 UFC/100mL y *Saccharomyces cerevisiae* 3.6×10^{11} UFC/100mL. El probiótico se ofreció en los 6 litros de agua todos los días a las 08:00 horas (Delgadillo-Ruiz *et al.*, 2022).

Determinación de ganancia en peso

Se registró el peso inicial de las unidades experimentales utilizando una báscula comercial expresada en kg. La ganancia de peso se determinó con el peso final menos el peso inicial.

Manejo y procesado de muestras sanguíneas

La extracción de muestras sanguíneas para la determinación de metabolitos se realizó cada mes durante el experimento (0, 1, 2, 3) (marzo, abril, mayo y junio). Se realizó una venopunción yugular con aguja para tubo vacutainer® sin anticoagulante, se obtuvieron 6 mL de sangre dejando reposar por media hora para la separación del suero. Las muestras fueron centrifugadas (Sigma-16-P-Germany) a 3000 xg por 10 min y las muestras de suero fueron almacenadas a -20°C hasta su procesamiento.

Se determinaron proteínas totales, triglicéridos, urea, creatinina y glucosa obteniendo cuatro series de muestras de suero, siendo 21 muestras por serie. Se utilizó un kit comercial para la determinación de los metabolitos DIASYS. Empleando la prueba fotométrica de acuerdo con el método de Biuret para proteínas (Young *et al.*, 1975). El método de la prueba colorímetro enzimático utilizando glicero-3-fosfato-oxidasa en la determinación de triglicéridos (Amanlou *et al.*, 2017). La determinación de urea en suero se realizó por la prueba UV enzimático, método de la ureasa-GLDH (Talke & Schubert, 1965). Se utilizó el método de prueba cinético sin desproteínización según el método de Jaffé, en la cual la creatinina forma un complejo coloreado rojo-anaranjado en una solución de picrato alcalino (Peake & Whiting, 2006). Y los niveles de glucosa en sangre se determinaron por la prueba espectrofotométrico enzimático GOD-PAP (Barham & Trinder, 1972; Noiphung *et al.*, 2013).

Análisis estadístico

Para el análisis de la información se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DECA). Debido a que se realizaron muestreos mensuales, la información se



analizó de manera lineal, utilizando para ello un análisis de medidas repetidas. Para llevar a cabo el análisis, se usó el programa estadístico SAS (2012) y la prueba de comparación de medias usada fue la diferencia mínima significativa (LSD) ($\alpha=0.05$), para determinar cuál de los tratamientos tuvo mayor efecto en el mantenimiento y desarrollo de los corderos en crecimiento estudiados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de ganancia de peso se observan en la Tabla 2, observada en el transcurso del experimento durante 107 días (marzo, abril, mayo y junio). La diferencia entre tratamientos fue significativa ($P<0.05$), siendo el tratamiento 6 (66% de PCRE) el que produjo la mejor ganancia de peso medio, seguido del tratamiento 7 (100% de PCRE). También se presentan los valores de peso al final del estudio, manteniéndose el Tratamiento 6, seguido del tratamiento 5 (33% de PCRE). Solo el tratamiento 2 de PNC (66%) presentó valores por encima del testigo (T4).

Tabla 2. Valores medios y finales de pesos de corderos en crecimiento con tratamiento de PNC y PCRE.

Tratamientos	Peso medio (kg)	Tratamiento	Peso Final (kg)
T6 PCRE	21.25 ^{a*}	T6 PCRE	27.0
T7 PCRE	20.14 ^{ab}	T5 PCRE	24.0
T5 PCRE	19.28 ^{abc}	T7 PCRE	23.7
T4 testigo	18.5 ^{bc}	T2 PNC	23.0
T2 PNC	17.65 ^{bc}	T4 testigo	22.9
T1 PNC	17.02 ^c	T1 PNC	21.3
T3 PNC	16.74 ^c	T3 PNC	16.7

*Literales distintas entre columna indican diferencia significativa entre tratamientos ($P<0.05$). PNC: biopreparado de microorganismos. PCRE: probiótico comercial REVET®.

En la Tabla 3 se observan los resultados del análisis de los metabolitos analizados del suero sanguíneo. El análisis de medidas repetidas no mostró diferencias ($P>0.05$) para el contenido de proteína. Sin embargo, si hubo diferencias en la interacción con el tiempo ($P< 0.05$) mostrando una disminución respecto al inicio del estudio. Sin embargo, el T2 PNC logró mantener sus valores hasta el final del estudio. Esto indica



que ambos probióticos no fueron capaces de mantener los niveles proteicos, ante la disminución de la ingesta de proteína propia de la condición de sequía y solo un tratamiento mantuvo sus valores.

De igual forma, los triglicéridos, que constituyen las reservas de energía más eficientes aún que los hidratos de carbono, no mostraron diferencias ($P>0.05$) lo que iguala ambas fuentes de suplemento PNC y PCI en todas sus variantes (tratamientos) y esto indica que ambos probióticos no tuvieron un impacto en la acumulación de estas reservas.

El contenido de urea en suero se presenta en la Tabla 3, no hubo diferencias ($P>0.05$), lo que se asocia a los valores bajos de proteína, pues se ha mencionado que en los rumiantes cuya ración es baja en proteína, la determinación del nitrógeno ureico no es de mucha importancia para valorar la función renal, debido al reciclaje de urea sanguínea en el rumen. Como ya se mencionó, el contenido de proteína total en las raciones no mostró diferencias entre tratamientos ($P>0.05$). y solo hubo diferencias en la interacción con el tiempo ($P<0.05$) mostrando una disminución respecto al inicio del estudio.

En lo que se refiere a los valores de creatinina en el suero sanguíneo tampoco se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) por tratamiento y en la Tabla 4 se observan los valores medios por tratamientos. Se presentaron diferencias en la interacción con el tiempo ($P<0.05$). Solo los T2 PNC, T3 PNC y T7 PCRE mostraron incrementos en sus valores a través del tiempo. El resto disminuyeron sus valores iniciales. Los resultados correspondientes a glucosa se resumen en la Tabla 4 donde se puede observar que para la concentración de glucosa no se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) para los tratamientos ni en la interacción con el tiempo.



Tabla 3. Resultados promedio de metabolitos en suero sanguíneo durante el tiempo de muestreo de marzo a junio para los tratamientos con PNC, testigo y PCRE.

Tiempo	T1 PNC	T2 PNC	T3 PNC	T4 testigo	T5 PCRE	T6 PCRE	T7 PCRE
Proteína totales g/dL±DE							
0*	3.36±0.68	3.02±0.38	4.01±0.50	3.04±0.51	3.80±0.82	3.77±0.47	3.46±0.46
1	3.30±0.09	2.62±0.19	2.37±0.20	3.20±0.39	3.62±0.84	2.42±0.37	2.69±0.99
2	3.58±0.44	2.97±0.63	2.70±0.78	2.95±0.84	2.86±0.53	3.14±0.45	2.72±0.87
3	3.23±0.15	3.30±0.46	3.36±0.09	2.88±0.37	3.16±1.04	3.36±0.22	3.00±0.41
Urea mg/dL±DE							
0	43.13±19.54	28.33±14.01	23.32±16.58	30.21±11.43	23.10±13.66	18.97±2.17	15.28±10.91
1	42.95±13.10	32.60±10.22	35.58±14.56	30.11±11.53	47.02±8.69	36.01±16.36	32.68±15.78
2	9.06±1.49	21.14±9.94	12.24±6.08	14.64±4.88	13.99±6.16	9.22±1.73	12.73±7.16
3	24.41±18.15	12.15±3.77	11.95±4.36	8.88±4.30	12.24±4.37	12.91±2.51	18.66±5.47
Triglicéridos mg/dL±DE							
0	37.81±10.99	17.31±9.40	17.41±5.80	24.68±11.66	16.90±2.90	19.40±16.16	23.78±21.15
1	12.54±2.85	12.64±2.90	15.62±3.29	8.86±3.06	13.43±4.93	12.34±8.04	12.84±9.68
2	8.96±2.09	8.26±4.14	6.17±1.99	7.56±3.78	11.64±1.58	12.74±3.94	13.33±6.58
3	6.77±1.99	12.54±12.31	2.79±0.91	10.85±7.56	14.43±10.07	21.29±3.78	17.01±7.24
Glucosa mg/dL±DE							
0	55.38±11.45	53.21±6.40	77.52±9.22	69.40±11.93	75.04±25.21	65.06±2.42	43.45±35.23
1	59.24±9.40	65.84±7.88	80.03±7.30	69.14±10.92	60.46±9.72	63.93±18.86	61.15±19.58
2	55.82±12.72	43.71±10.56	48.13±4.62	37.63±16.17	51.52±7.03	48.05±15.00	54.73±10.12
3	37.67±4.53	45.53±6.84	47.31±9.88	41.49±5.43	41.67±3.30	41.80±3.63	43.32±8.30
Creatinina mg/dL±DE							
0	0.45±0.10	0.19±0.11	0.32±0.20	0.25±0.08	0.40±0.35	0.09±0.05	0.19±0.15
1	0.16±0	0.22±0.09	0.11±0.13	0.17±0.10	0.21±0.03	0.72±0.49	0.18±0.09
2	0.33±0.08	0.14±0.08	0.20±0.08	0.40±0.37	0.10±0.03	0.11±0.07	0.18±0.04
3	0.23±0.21	0.37±0.37	0.32±0.31	0.16±0.07	0.17±0.10	0.24±0.15	0.30±0.35

*0: tiempo cero (marzo). 1: abril. 2: mayo. 3: junio. DE: Desviación estándar. PNC: biopreparado de microorganismos. PCRE: probiótico comercial REVET®.



Tabla 4. Valores medios de los metabolitos sanguíneos de los tratamientos PNC, testigo y PCRE.

Tratamientos	Proteína g/dL±DE	Triglicéridos mg/dL±DE	Urea mg/dL±DE	Creatinina mg/dL±DE	Glucosa mg/dL±DE
T1 PNC	3.36±0.31	16.51±13.94	29.88±19.54	0.29±0.15	52.02±12.26
T2 PNC	2.97±0.42	12.68±7.71	23.55±11.86	0.23±0.19	52.07±11.41
T3 PNC	3.10±0.79	10.49±7.10	20.77±14.18	0.23±0.19	63.24±17.62
T4 Testigo	2.80±0.37	12.98±9.51	20.95±12.34	0.38±0.19	54.41±18.52
T5 PCRE	3.35±0.80	14.09±5.36	24.08±16.36	0.21±0.19	57.17±17.55
T6 PCRE	3.17±0.61	16.44±9.04	19.27±12.89	0.29±0.34	54.70±14.80
T7 PCRE	2.96±0.69	16.74±11.69	19.83±12.10	0.21±0.17	50.66±19.74

DE: Desviación estándar. PNC: biopreparado de microorganismos. PCRE: probiótico comercial REVET®.

Los estudios sobre la aplicación de los probióticos en rumiantes han sido realizados tanto en animales jóvenes pre-rumiantes como en rumiantes adultos, teniendo en cuenta tanto el estado de salud de los animales, como parámetros de tipo productivo (Hill *et al.*, 2014, Oliveira & González-Molero, 2016). López *et al.* (2015) han reportado el uso de microorganismos eficientes en nutrición animal, fundamentalmente en bovinos; pero no microorganismos autóctonos eficientes y no orientados a ovinos, de ahí la importancia de esta investigación.

Se encontró que en la ganancia de peso obtenida con la ración de mantenimiento administrada y la adición del biopreparado de microorganismos no comercial (PNC) y el probiótico comercial (PCRE), después del análisis, demostraron diferencias significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$), siendo el probiótico comercial el que contribuyó al mantenimiento y ganancia de peso durante el periodo de estudio, siendo los tratamientos T6 PCRE, T7 PCRE y T5 PCRE los que demostraron su efectividad, dado que fueron los tratamientos con mayor ganancia de peso y que fueron mejores que el tratamiento testigo, obteniendo resultados muy similares a los valores de López *et al.* (2015) en el que incluyó un probiótico (Sorvifauna) en la alimentación de corderos al destete.

Se puede decir que el efecto de algunos tratamientos y su interacción con el tiempo se debe al desarrollo de los microorganismos probióticos cada vez mayor en el transcurso del tiempo en el que son suministrados, lo cual permitiría una mejora en el patrón de fermentación ruminal y con ello, un mejor aprovechamiento de la dieta por parte de los



animales, según sugieren [Gaggia et al. \(2010\)](#), [Gutiérrez et al. \(2012\)](#) y [López et al. \(2015\)](#). Esto se puede observar el efecto del probiótico comercial en la ganancia de peso. En este caso sobresalen los tres tratamientos del PCRE (T6, T7 y T5) y un mejor comportamiento del T2 PNC al final del estudio (Tabla 2).

El déficit de proteína en la dieta reduce las reservas en sangre, hígado y músculo, y predispone a los animales a padecer una variedad de enfermedades graves ([Koster et al., 1996](#)). Los requerimientos de proteína para el crecimiento de los ovinos según la N.R.C. (2000) son: 6.0-7.9 g/dL, por lo que, los valores reportados en este estudio son menores, lo que indica una deficiencia de proteína en todos los tratamientos evaluados, en el análisis estadístico no se encontraron diferencias estadísticas ($P > 0.05$) para los tratamientos, encontrando diferencias sólo a través del tiempo y provocando una disminución con respecto a los valores iniciales obtenidos, con excepción del T2 PNC quien mantuvo sus valores hasta el final del estudio, pero sin generar diferencias entre tratamientos ($P < 0.05$). [Sniffen et al. \(1992\)](#) mencionan que el proveer la cantidad adecuada de proteína degradable en la alimentación causa una síntesis máxima de proteína cruda de origen ruminal, misma que depende fuertemente de la digestión de los carbohidratos en el rumen, así que para dietas con altos porcentajes en grano contendrá mayor cantidad de proteína degradable. De tal modo que los nutrientes resultantes del proceso de la degradación ruminal están condicionados por el tipo de alimento ofrecido.

[Roa-Vega et al. \(2017\)](#) reportan valores de proteína total dentro de las concentraciones normales para un rumiante suplementado con un probiótico a base de *Saccharomyces cerevisiae*, indicando un metabolismo proteico activo, no así en este estudio, dado que se obtuvieron valores inferiores al rango normal. Resultados que se pueden explicar por la calidad del forraje en temporada de estiaje y esto demuestra que la proteína total en suero sanguíneo es un indicador importante para valorar el aprovechamiento de los forrajes.

El contenido de urea en suero sanguíneo está condicionado por la ingestión proteica, los valores reportados para ovinos van de 15 a 50 mg/dL por [González et al. \(1998\)](#). Por lo que, las concentraciones obtenidas están dentro de los rangos normales, no encontrando diferencia estadística ($P > 0.05$), a pesar de la baja concentración de proteína en la ración los valores obtenidos, estos pueden ser posibles por el reciclaje de urea sanguínea en el rumen.

En el perfil metabólico sanguíneo, los principales indicadores que se asocian con el metabolismo energético de los rumiantes están representados por la glucosa. La concentración de ésta en sangre muestra que los niveles se incrementan



significativamente en los tratamientos con probióticos comparados con el testigo. Puesto que, la gluconeogénesis es la responsable de proveer el 75% de la glucosa total que el rumiante necesita (Donkin & Hammon, 2005). Los altos niveles de glucosa observada en los corderos suplementados con probióticos en el presente estudio podrían deberse al mayor consumo de alimento, resultando en una mayor digestibilidad generando los precursores necesarios disponibles para la gluconeogénesis (De Valdez *et al.*, 1997; Xavier *et al.*, 2018).

López *et al.* (2015) mencionan que los valores óptimos para triglicéridos en ovinos son de 17.50-85.50 mg/dL, las concentraciones obtenidas en este estudio para los primeros muestreos estuvieron dentro de los valores mencionados, disminuyendo con el tiempo, encontrando valores por debajo de lo normal para ambos probióticos y no mostraron diferencias significativas ($P>0.05$). Estos resultados pueden explicarse por el tipo de ración de mantenimiento suministrada como menciona Trujillo (2015) los valores de triglicéridos pueden verse elevados con dietas adicionadas con grasa animal, aceites y concentrados, siendo común encontrar animales con altos niveles de colesterol y grasas saturadas.

El contenido de urea está condicionado por la ingestión proteica y por el aumento del catabolismo, como en la fiebre y el estrés. Para creatinina, los resultados indican que no hay diferencias significativas ($P>0.05$) por tratamiento sólo en la interacción con el tiempo ($P<0.05$), mostrado por el T2, T3 del PNC y T7 del PCRE. Para entender mejor los valores de creatinina reportados se puede hacer referencia a lo que menciona Trujillo (2015) al explicar que la energía en forma de ATP es un fenómeno transitorio, de modo que la energía producida por encima de las necesidades inmediatas se almacena de forma duradera como la fosfocreatina del músculo que se forma a partir de la creatina si hay un exceso de ATP.

Dobenecker & Braun (2015) y Trujillo (2015) mencionan que el desdoblamiento de la fosfocreatina eventualmente genera creatinina, la cual se considera un producto de desecho que es excretado por la orina, explicando así que valores altos de glucosa en sangre equivalen a grandes cantidades de fosfocreatina en el músculo lo que da como resultado altos valores de creatinina. Los valores de glucosa estuvieron dentro de las concentraciones normales cubriendo las necesidades inmediatas de los ovinos no quedando suficiente energía para almacenarse como fosfocreatina en músculo lo cual se ve reflejado en los bajos niveles de creatinina encontrados, dado que los valores normales reportados por Aiello & Mays (2000) van de 0.6-1.8 mg/dL.

Los ruminantes no obtienen su glucosa directamente desde el alimento, puesto que la glucosa dietaria es fermentada por los microorganismos del rumen y convertida en



subproductos secundarios llamados ácidos grasos volátiles. Dentro de éstos, tres son los principales: acético, propiónico y butírico. El acético y el butírico son la base para la síntesis de grasa de la leche, mientras que el propiónico se dirige al hígado y es convertido en glucosa, la que finalmente es utilizada por el cordero. Por lo tanto, éstos permanecen en un constante estado de gluconeogénesis (conversión de diferentes compuestos químicos a glucosa) a nivel hepático. Para glucosa los niveles no fueron afectados significativamente por ninguno de los tratamientos, con valor mínimo de 52.02 mg/dL para T1 PNC, los niveles normales de glucosa en suero sanguíneo para ovinos son de 50-80 mg/dL (Reece, 2009, Sugiharto, 2017).

Aunque no se encontraron diferencias significativas entre los diferentes metabolitos sanguíneos, el biopreparado de microorganismos no mostró una respuesta sobresaliente respecto el biopreparado comercial, lo que lo convierte en una opción artesanal de difícil replicación, dado su origen local, ya que la fuente de microorganismos es el mantillo forestal (materia orgánica en descomposición), lo que complica su replicación en el Estado de Zacatecas y en otras partes del país.

CONCLUSIONES

Dada la similitud de respuesta en los diferentes metabolitos sanguíneos evaluados en condiciones de estiaje y con dieta de mantenimiento con ambos probióticos, el PCRE contribuyó a un desarrollo fisiológico sobresaliente en los corderos estudiados, en comparación al testigo y al biopreparado de microorganismos. Esto permite asegurar que el mejor tratamiento T6 de PCRE como una opción suplementaria en la alimentación de mantenimiento en condiciones de sequía. Aunque el biopreparado de microorganismos es de bajo costo por su casi nulo costo de preparación, lo cual es una desventaja para el producto comercial, los resultados no respaldan su uso, ni en la ganancia de peso, ni en los metabolitos sanguíneos. Bajo las condiciones restrictivas del estiaje y la dieta de mantenimiento comúnmente usada, el uso del PCRE en su dosis al 66%, se presenta como una opción de suplemento alimenticio.

LITERATURA CITADA

- AIELLO, S. E., Mays, A. (2000). Guía de referencia: Bioquímica sérica (criterios de valoración). *Manual de Merck de veterinaria*, 5 ed., Océano grupo editorial, S. A., España, pp. 2454-2455. <https://www.merckmanuals.com/es-us/professional>
- AMANLOU, H., Farahani, T. A., Farsuni, N. E. (2017). Effects of rumen undegradable protein supplementation on productive performance and indicators of protein and energy metabolism in Holstein fresh cows, en *Journal Dairy Science*, núm. 100(5), pp. 3628-3640. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11794>



- BARHAM, D., Trinder, P. (1972). An improved color reagent for the determination of blood glucose by the oxidase system. *Analyst*, 97(1151), pp. 142-145. <https://doi.org/10.1039/an9729700142>
- DELGADILLO-RUIZ, L., Bañuelos-Valenzuela, R., Gallegos-Flores, P., Meza-López, C., Echavarría-Cháirez, F. & Valladares-Carranza, B. (2022). Bacterias y protozoarios ruminales presentes en ovinos suplementados con probióticos identificados por conteo y PCR punto final. *Abanico Veterinario*, 12, e2021-75. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2022.6>
- DE VALDEZ, D. F., Martos, G., Taranto, M. P., Lorca, G. L., Oliver, G., De Ruiz, H. A. P. (1997). Influence of bile on-galactosidase activity and cell viability of lactobacillus reuteri when subjected to freeze drying, *Journal Dairy Science*, núm. 80, pp. 1955-1958. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76137-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76137-X)
- DOBENECKER, B., Braun, U. (2015). Creatine and creatinine contents in different diet types for dogs—effects of source and processing, *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, núm. 99(6), pp. 1017-1024. <https://doi.org/10.1111/jpn.12383>
- DONKIN, S. S., Hammon, H. (2005). Hepatic gluconeogenesis in developing ruminants, in *Biology of growing animals*, Elsevier, núm. 3, pp. 375-390. [https://doi.org/10.1016/S1877-1823\(09\)70022-0](https://doi.org/10.1016/S1877-1823(09)70022-0)
- ECHAVARRÍA, C. F. G., Gutiérrez, L. R., Ledesma, R. R. I., Bañuelos, V. R., Aguilera, S. J. I., Serna, P. A. S. (2006). Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano. I Vegetación nativa, *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, núm. 44(2), 2006, pp. 203-217. http://zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/sistema_de_pastoreo.pdf
- ECHAVARRÍA, C.F.G., Gómez R., W. 2013. Los sistemas de producción de rumiantes menores en México y sus limitantes productivas. IN: Iñiguez R., L. (edit). “La producción de rumiantes menores en las zonas áridas de Latinoamerica”. Embrapa. Brasilea. D.F. 95-115p. https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Chairez/publication/264975693_Los_sistemas_de_produccion_de_rumiantes_menores_en_Mexico_y_sus_limitantes_productivas/links/54cf98fd0cf24601c0947928/Los-sistemas-de-produccion-de-rumiantes-menores-en-Mexico-y-sus-limitantes-productivas.pdf#page=96
- EL-SAYED, A. A., Mousa, S. A. (2020). Effects of administration of probiotic on body growth and hematobiochemical profile in growing Barki lambs, *Comp Clin Path*, núm. 29(1), 297-303. <https://doi.org/10.1007/s00580-019-03057-z>
- FERNÁNDEZ, R. D., Argilagos, G. B., Torrens, H. R. (2019). Efecto probiótico de *Saccharomyces cerevisiae* en la ganancia de peso de terneros Siboney de Cuba en pastoreo, *InfoCiencia*, 20(2),20-29. <https://core.ac.uk/download/pdf/268092312.pdf>



- GAGGÍA, F., Mattarelli, P., Biavati, B. (2010). Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. *Int Journal Food Microbiology*, núm. 141, pp. S15-S28. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.02.031>
- GONZÁLEZ, B.J.M., Arilla, F.E., Sánchez, P.A. (1998). Bioquímica clínica, McGraw Hill Interamericana, España, pp. 91-193. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=12214>
- GUTIÉRREZ, D., Elías, A., García, R., Herrera, F., Jordán, H., Sarduy, L. (2012). Efecto del aditivo microbiano VITAFERT en el consumo de la materia seca y fibra neutro detergente en cabras Sanean alimentadas con heno de *Brachiaria brizantha*, *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, núm. 46(3), 267-261. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193025294007.pdf>
- HILL, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G. R., Merenstein, D. J., Pot, B. (2014). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic, *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*, núm. 11, pp. 506-514. <https://aura.abdn.ac.uk/bitstream/handle/2164/4189/nrgastro.2014.66.pdf?sequence=1>
- KOSTER, H. H., Cochran, R. C., Titgemeyer, E. C., Vansant, E. S., Abdelgadir, I., StJean, S. (1996). Effect of increasing degradable intake protein on intake and digestion of low-quality forage by beef cows, *Journal of Animal Science* núm. 74, pp. 2473-2481. <https://doi.org/10.2527/1996.74102473x>
- KYAN, T., Shintani, M., Kanda, S., Sakurai, M., Ohashi, H., Fujisawa, A., Pongdit, S. (1999). Kyusei nature farming and the technology of effective microorganisms, Atami (Japan), *Asian Pacific Natural Agricultural Network*. <https://www.bokashi.se/dokument/bibliotek/APNAN%2520Manual.pdf>
- LÓPEZ, Y., Arece, J., Ojeda, F., Molina, M. (2015). Efecto de la inclusión en la dieta del probiótico Sorbifauna sobre los crecimientos posdestete de ovinos estabulados, *Pastos y Forrajes*, núm. 38(2), 202-206. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v38n2/pyf08215.pdf>
- MARKOWIAK, P., Ślizewska, K. (2018). The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition, *Gut Pathogens*, núm. 10(1), 1-20. <https://gutpathogens.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13099-018-0250-0>
- MCMANUS, C. M., Faria, D. A., Lucci, C. M., Louvandini, H., Pereira, S. A., Paiva, S. R. (2020). Heat stress effects on sheep: Are hair sheep more heat resistant?, *Theriogenology*, núm. 155, pp. 157-167. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.05.047>
- MILLER, B., Selevsek, N., Grossmann, J., Kilminster, T., Scanlon, T., Daniels, M., de Almeida, A. M. (2019). Ovine liver proteome: Assessing mechanisms of seasonal weight loss tolerance between Merino and Damara sheep, *Journal of Proteomics*, núm. 191, pp. 180-190. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2018.02.018>



- NRC, 2000. Nutrient requirements of beef cattle (7th Ed.), Natl. Academy Press, Washington, D.C., USA, p.115. <https://www.nap.edu/catalog/9791/nutrient-requirements-of-beef-cattle-seventh-revised-edition-update-2000>
- NOIPHUNG, J., Songjaroen, T., Dungchai, W., Henry, C. S., Chailapakul, O., & Laiwattanapaisal, W. (2013). Electrochemical detection of glucose from whole blood using paper-based microfluidic devices. *Analytica chimica acta*, 788, 39-45. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aca.2013.06.021>
- OLVEIRA, G., González-Molero, I. (2006). Actualización de probióticos, prebióticos y simbióticos en nutrición clínica, *Endocrinología y Nutrición*, núm. 63(9) 482-494. <https://doi.org/10.1016/j.endonu.2016.07.006>
- PEAKE, M., Whiting, M. (2006). Measurement of serum creatinine—current status and future goals, *Clinical biochemist reviews*, núm. 27(4), 173. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1784008/>
- PÉREZ-HERNÁNDEZ, P., Vilaboa-Arroniz, J., Chalate-Molina, H., Martínez-Bernardino, C., Díaz Rivera, P. y López Ortiz, S. (2011). Análisis descriptivo de los sistemas de producción con ovinos en el estado de Veracruz, México. *Revista Científica*, XXI (4), 327-334. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95918727007>
- RAMÍREZ-LÓPEZ, A., Coronado Minjarez, M. A. (2017). Efecto de la demanda en las características del ganado ovino comercializado en el Altiplano Oeste Potosino. *Nova scientia*, 9(19), 464-480. <https://doi.org/10.21640/ns.v9i19.883>
- REECE, W.O. (2009). *Functional Anatomy and Physiology of Domestic Animals*, 4th ed., Wiley-Blackwell. <https://books-library.net/files/download-pdf-ebooks.org-kupd-433.pdf>
- ROA-VEGA, M. L., Ladino-Romero, E. A., Hernández-Martínez, M. C. (2017). Indicadores de bioquímica sanguínea en bovinos suplementados con *Cratylia argentea* y *Saccharomyces cerevisiae*. *Pastos y Forrajes*, núm. 40(2), 144-151. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v40n2/pyf08217.pdf>
- SAS, 2021. Institute Inc, “SAS software 9.3”, en SAS Institute, Cary, NC, USA.
- SCHROEDER, A., Igshaan, S. M., Swarts, M., Morris, C., Cupido, C., Engelbrecht, A. (2019). Diet selection and preference of small ruminants during drought conditions in a dryland pastoral system in South Africa, *Small Ruminant Research*, núm. 176, pp. 17–23. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.05.007>
- SNIFFEN, C. J., O'connor, J. D., Van Soest, P. J., Fox, D. G., Russell, J. B. (1992). A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability, *Journal of Animal Science*, núm. 70(11), 3562-3577. <https://doi.org/10.4081/ijas.2003.41>



-
- SUGIHARTO, S. (2017). Effect of turmeric extract on blood parameters, feed efficiency and abdominal fat content in broilers, *Journal Indonesian Trop. Anim. Agric*, núm. 36(1). <https://doi.org/10.14710/jitaa.36.1.21-26>
- TALKE, H. S. G. E., Schubert, G. E. (1965). Enzymatische Harnstoffbestimmung in Blut und Serum im optischen Test nach Warburg, *Klin Wochenschr*, núm. 43(3), 174-175. <https://doi.org/10.1007/BF01484513>
- TRUJILLO, A. (2015). Determinación de metabolitos sanguíneos en toretes de la raza charoláis alimentados a base de concentrado y subproductos de cervecería (masilla y levadura), UAAAN, Buenavista Saltillo Coah., México, núm. SF199. C5. G56. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/6088>
- VETTER, S., Goodall, V. L., Alcock, R. (2020). Efecto de la sequía en ganaderos comunales en KwaZulu-Natal, Sudáfrica. *African Journal of Range & Forage Science*, 37 (1), 93-106. <https://doi.org/10.2989/10220119.2020.1738552>
- XAVIER, J. R., Ramana, K. V., & Sharma, R. K. (2018). β -galactosidase: Biotechnological applications in food processing. *Journal of Food Biochemistry*, 42(5), e12564. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12564>
- YOUNG, D. S., Pestaner, L. C., Gibberman, V. A. L. (1975). Effects of drugs on clinical laboratory tests. *Clinical chemistry*, núm. 21(5), 1D. <http://doi.org/10.1177/000456329703400601>



Clave 2023-31V

Diversidad genética del bovino criollo de Nunkiní, Campeche, México primeros estudios para su conservación



Clave 2023-32V

Importancia de la histología en la avicultura

Castro Ruth*, Vargas Dolores*, Alarcón Luz*, Reyes Roxana**, Castañeda Eduardo*,
Moreno Vianey*

*Facultad de Ciencias Químico Biológicas (UAGRO), **Facultad de Ciencias Naturales (UAGRO)
17303557@uagro.mx , dvargas@uagro.mx

Introducción: El tejido óseo es parte del sistema conjuntivo el cual es encargado de dar soporte y protección a órganos más vulnerable, su desarrollo comienza desde la capa vitelina, y para que todo esto se lleve a cabo es necesario una alimentación equilibrada y correcta donde se incluya una cantidad de calcio suficiente para su alimentación debido a su aporte que brinda para el crecimiento y fortalecimiento de los huesos¹. La mayoría de estos tejidos son incoloros por lo que una tinción se considera útil en la identificación morfológica. **Justificación:** Para tener éxito en la avicultura, el control en la nutrición juega un papel importante. Muchos de los alimentos empleados influyen en el crecimiento de las aves. La aplicación de técnicas para la observación del desarrollo óptimo de estas aves juega un papel importante, por lo tanto, las tinciones como parte del monitoreo del tejido óseo son de gran importancia. **Objetivo:** conocer la estructura del tejido ósea de un pollo adulto mediante el uso de una tinción histológica. **Material y métodos:** se obtuvieron muestras de diáfisis del hueso deshidratado de un pollo adulto, se realizaron cortes con diferentes tamaños de corte con el criostato, se fijaron en laminillas preparadas a las cuales se les realizó una tinción de eosina para su posterior observación en los objetivos 4x,10x,40x y 100x. **Resultados:** se logró identificar estructuras como trabéculas, lagunas con sus osteocitos conocidos también como canales de Havers; así como también se observaron células como osteoblastos y osteoclastos. **Discusión:** según algunos autores², los osteoblastos permiten que los huesos se construyan o mantengan su forma y estructura. Las tinciones histológicas son utilizadas para la identificación de componentes celulares específicos para su posterior evaluación. La elección del tipo de colorante utilizado dependerá de la naturaleza de las células o estructuras de interés. **Conclusión:** Una tinción a partir de un corte histológico de carácter ácido como la eosina es útil en la identificación de estructuras celulares. **Referencias:** ¹Megías M, Molist P, Pombal MA. Atlas de histología vegetal y animal. <http://mmegias.webs.uvigo.es/inicio.html>. Consultado: 11/09/2022. ² Fernández-Tresguerres Hernández-Gil, Isabel, Alobera Gracia, Miguel Ángel, Canto Pingarrón, Mariano del, & Blanco Jerez, Luis. (2006). Bases fisiológicas de la regeneración ósea I: Histología y fisiología del tejido óseo. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal (Internet)*, 11(1), 47-51.



Área Pequeñas Especies y Equinos



Clave 2023-1-PEE

Úlcera Gástrica en Caballos Cuarto de Milla en Zacatecas y su Relación con el Manejo y la Práctica Alimenticia

Gastric Ulcer in Quarter Horses in Zacatecas and its Relationship with Management and Feeding Practice

Rodríguez-Frausto Heriberto*¹ , Rochín-Berumen Fabiola¹ **

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México. *Autor responsable: Rodríguez-Frausto Heriberto **Autor de correspondencia: Rochin-Berumen Fabiola. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Zacatecas; Jardín Juárez No. 147, Col. Centro, Zacatecas, Zacatecas, México, CP 98000. Correo electrónico: mvz_hrf@hotmail.com, fabiolauaz@outlook.com, eduardoruizf@outlook.es

RESUMEN

Los caballos padecen de úlceras gástricas debido a su estructura, fisiología y función del estómago. Las secreciones se producen en el tercio proximal del estómago, en epitelio no glandular y se denomina como síndrome de úlcera gástrica equina (SUGE); es una condición patológica que afecta las regiones glandulares y escamosas del estómago. El cuadro clínico es muy variado. Este estudio relacionó la úlcera gástrica en equinos cuarto de milla con el manejo y las prácticas alimenticias en dos municipios del estado de Zacatecas que presentan condiciones orográficas diferentes, por lo tanto, con condiciones de manejo y actividades diferentes para los equinos. Se realizó gastroscopia a un total de 66 caballos de ambos municipios, los cuales fueron dietados durante la noche previa al estudio para tener una mejor visualización de la mucosa. Se clasificó el grado de ulceración, el manejo general y las prácticas alimenticias de los caballos en ambos municipios. La alimentación intermitente y consumos dietas de calidad media fueron los aspectos sobresalientes como factores asociados a la presentación del SUGE en el presente trabajo. Por lo tanto, una adecuada formulación de la dieta que tenga en cuenta los factores nutricionales es fundamental para evitar problemas gástricos en los caballos.

Palabras Clave: Equinos, úlcera gástrica, causas, manejo, laparoscopia, graduación



ABSTRACT

Horses suffer from gastric ulcers due to the structure, physiology and function of the stomach. The secretion occurs in the proximal third of the stomach, in non-glandular epithelium and is termed as equine gastric ulcer syndrome (EGUS); it is a pathological condition affecting the glandular and squamous regions of the stomach. The clinical picture is very varied. This study related gastric ulcer in Quarter Horses to the management and feeding practices in two municipalities of the state of Zacatecas that present different orographic conditions, therefore, with different management conditions and activities for the equines. Gastroscopy was performed on a total of 66 horses from both municipalities, which were fed during the night prior to the study in order to have a better visualization of the mucosa. The degree of ulceration was classified according to the general management and feeding practices of the horses in both municipalities. Intermittent feeding and consumption of medium quality diets were the outstanding aspects as factors associated with the presentation of EGUS in the present work. Therefore, an adequate formulation of the diet that takes into account nutritional factors is fundamental to avoid gastric problems in horses.

Keywords: Equine, gastric ulcer, causes, management, laparoscopy, grading

INTRODUCCIÓN

ULCERA GÁSTRICA

El síndrome de úlcera gástrica en equinos (SUGE), es la afección más común del estómago de estos animales. El término es usado para describir las alteraciones erosivas y ulcerativas de esta especie. Ataca a caballos de cualquier raza, sexo y función zootécnica. El síndrome ulcerativo es una condición de los caballos y se caracteriza por úlceras en el esófago terminal, estómago proximal (escamoso), estómago distal (glandular), y duodeno proximal (Anon, 1999; R. J. W. Bell, Mogg, & Kingston, 2007). Los signos y compromisos clínicos son muy variables, desde lesiones leves y sin consecuencias, hasta graves y debilitantes. La prevalencia de ulceración gástrica es también variable (Zavoshti, 2017), pero en caballos dedicados al deporte pueden mostrar valores de hasta el 89% en las diferentes graduaciones ulcerativas típicas. Uno de los problemas iniciales del síndrome ulcerativo es la aparición cólicos leves, inapetencia, baja peso, pelo áspero, lesiones por mordeduras en las cañas, bajo rendimiento y alteraciones en el comportamiento (N. Luthersson, Nadeau, J. A. , 2013) se reporta predisposición, pero el síndrome puede ocasionalmente marcar alguna tendencia relacionada con la edad, la raza, el sexo (Chameroy et al., 2006),



modificaciones en el tipo y manejo de la dieta (N. Luthersson, Hou Nielsen, K., Harris, P., & Parkin, T. D. H., 2009), (Taharaguchi et al., 2004), (Husted, Sanchez, Olsen, Baptiste, & Merritt, 2008), estrés forzado (Holbrook, Simmons, Payton, & Macallister, 2005), o por la administración de AINES (Reed, 2006).

FACTORES DESENCADENANTES DE LA ULCERAGASTRICA

Actividad

El ejercicio es una de las causas principales del EGUS. Los caballos de carrera, resistencia, de trabajo e, incluso, caballos con adiestramiento especial, sufren este padecimiento. Cuando el caballo se mueve y trabaja, la presión intraabdominal aumenta y el contenido líquido ácido del estómago distal se impulsa hacia adelante y tiene contacto con la mucosa no glandular sensible. A medida que aumenta el ejercicio, aumenta el tiempo de exposición del epitelio no glandular agravando la ulceración. (Lorenzo-Figueras & Merritt, 2002). Furr y col. (Furr, Taylor, & Kronfeld, 1994) suponen que las concentraciones séricas de gastrina aumentan durante el ejercicios estimulando también la secreción de ácido clorhídrico y así acidificar más el pH del estomacal. Más estudios han vinculado al ejercicio con la ulceración, asociando además el régimen de entrenamiento, la alimentación, y el confinamiento (R.J.W. Bell, Kingston, & Mogg, 2007a; R.J.W. Bell, Kingston, Mogg, & Perkins, 2007b; Hammond, Mason, & Watkins, 1986; M. J. Murray, 1999; M.J. Murray & Eichorn, 1996; Vatistas et al., 1999).

Alimentación

La manera en que a los caballos se les alimenta y aloja tiene un efecto sobre el EGUS. Caballos en competencia o entrenamiento tienen poco o nulo acceso a las áreas de pastoreo, con dietas altas en concentrado y limitando consumo de forraje, por lo que presentan períodos de privación de alimento debido a horarios de alimentación. Se afirma en investigaciones los caballos que consumen pasto tienen tasas más bajas de ulceración (B. R. Buchanan & F. M. Andrews, 2003), debido a que dicho consumo estimula la producción de saliva y si esta se produce constantemente por el pastoreo libre se produce un equilibrio a nivel gástrico con la secreción constante de ácido clorhídrico. (R.J.W. Bell et al., 2007a; B.R. Buchanan & F.M. Andrews, 2003). Otro inconveniente de las dietas altas en concentrado, es que la mayoría de los caballos en entrenamiento o competencia reciben grandes volúmenes y a intervalos de aproximadamente 10 a 12 h. Esto hace que los carbohidratos hidrolizables generen un aumento en la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV), mismos que contribuyen a la inducción del EGUS (Andrews, Buchanan, Smith, Elliott, & Saxton, 2006; M.J. Murray & Eichorn, 1996; Nadeau et al., 2003b; Vatistas et al., 1999). El transporte de equinos representa un factor estresante directo aunado a la privación de



alimento y de agua que experimentan durante el traslado, y con ello se aumenta el riesgo de ulceración (B. R. Buchanan & F. M. Andrews, 2003).

Confinamiento y pastoreo

El alojamiento en establos es un factor de riesgo para el desarrollo de úlcera en el equino. Estudios ha demostrado que en ninguna de las regiones gástricas,(proximal y ventral), cambia significativamente el pH estomacal en caballos alojados solos en caballerizas, ni en aquellos que las comparten con un acompañante, ni con los que se alojan en potreros (Berschneider, Blikslager, & Roberts, 1999). EL pH en el estómago proximal es menor durante la madrugada, independientemente del tipo de alojamiento y del consumo que se realice durante estas horas, sin embargo, no hay un mecanismo fisiopatológico que apoye el que por si solo el alojamiento cause úlcera gástrica.

Alimentación continua contra intermitente

Los caballos que pastan en praderas tienen una prevalencia menor del EGUS. Durante el pastoreo, hay un flujo continuo de saliva e ingesta que actúa como amortiguador en el ambiente ácido del estómago. El pH estomacal es mayor o igual a 4 durante una gran parte del día. Sin embargo, cuando la alimentación se restringe a los caballos de carreras o, como sucede con los caballos estabulados, el pH gástrico baja rápidamente y la mucosa no glandular se expone a un medio ácido. Las comidas intermitentes, tradicionalmente, se caracterizan por ser altas en granos y de consumo rápido, lo que conduce a una disminución en la producción de saliva y a un tiempo menor de almacenamiento del contenido alimenticio en el estómago. También, la fermentación de las dietas con alto contenido de grano provoca un incremento en los AGV que producen las bacterias residentes del estómago, por lo que este medio gástrico acidificado puede conducir a la ulceración (Andrews et al., 2006; Nadeau et al., 2000; Nadeau et al., 2003a, 2003b).

Los actuales caballos cuarto de milla son de poca estatura y corpulentos, de constitución musculosa y de pecho grande y ancho. Son famosos por sus arranques veloces, su habilidad en los giros y paradas, su velocidad en cortas distancias y su inteligencia. Miden de pie entre 1,43 y 1,60 m, pesan de 431 a 544 kg y tienen un temperamento tranquilo y cooperativo. Esta raza se caracteriza por tener una cabeza bien proporcionada, una buena inserción de esta en el cuello, ni demasiado fino ni demasiado grueso. Amplitud de pecho y un buen tórax. Mirándolo en conjunto es armonioso y atractivo.

El Cuarto de Milla, por su sorprendente masa muscular, es un caballo relativamente bajo para lo que pesa. Su Velocidad y ductilidad se basan en su poderosa musculatura



y la ubicación de su centro de gravedad mucho más adelante que cualquier otro caballo. Se caracterizan por ser caballos fuertes, resistentes, vivaces, de tamaño mediano, con gran desarrollo de sus masas musculares, en especial del tren posterior y su reconocida mansedumbre. Muy amplia es la gama de pelaje, sólo no se aceptan los pintos ni los manchados como el appalossa. Es un animal muy sensible y tratable. Tiene la velocidad de los caballos de sangre caliente de sus ancestros, y la estabilidad de los caballos de sangre fría. El objetivo de este estudio fue relacionar el manejo y las prácticas nutricionales comunes en los equinos en dos municipios representativos del estado de zacatecas, con el estado que guarda la mucosa gástrica en caballos cuarto de milla evaluados mediante endoscopia gástrica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

La investigación de campo se llevó a cabo en caballos de dos municipios del estado de Zacatecas, ambos con características geográficas y climáticas distintas, ya que uno de ellos (Trancoso) está ubicado en la parte centro norte del estado con características propias de las zonas áridas, mientras que el otro municipio (Tepechitlán) se localiza en una zona serrana con presencia de mayor humedad ambiental. Tepechitlán, Zac., ubicado en la región sur del estado con las características propias del cañón de Tlaltenango. Este municipio se sitúa en las coordenadas extremas de latitud Norte 21°, 33', 49'', y 21°, 44', 00'', y una longitud Oeste de 103°, 09', 07'' y 103°, 32' y 01'', con una altitud promedio de 1,700 msnm, con un clima de templado a semi-húmedo, precipitación pluvial de 800 mm anuales y una temperatura media de 18°C.

Por su parte, Trancoso, Zac., es un municipio que se ubica en la región centro o de los valles del estado, en las coordenadas 22° 44' de latitud Norte y 102° 22' de longitud Oeste a una altura de 2,200 msnm. Tiene una extensión de 215 km² y predomina el clima semiseco templado, con temperatura media de 16 a 20° C, con una precipitación pluvial aproximada anual de 400 a 500 mm. Este sitio representa las condiciones áridas y semiáridas del estado de Zacatecas.



Figura No.1. Mapa del estado de Zacatecas que muestra la ubicación geográfica de los municipios de Trancoso y Tepechitlán.

Unidades biológicas

Para el desarrollo del presente estudio se muestrearon 63 equinos de composición racial diversa; de ambos sexos, y con edades y pesos variados. Estos animales cumplían funciones zootécnicas diferentes. La alimentación es a base de recursos forrajeros producidos por los propietarios y eventualmente complementado con concentrados comerciales. Las prácticas de medicina preventiva, tales como vacunación y desparasitaciones fueron registradas. De los 66 equinos incluidos en este estudio, 30 pertenecen al municipio de Trancoso, Zac. y los 36 restantes, en el municipio de Tepechitlán, Zac.

Procedimientos clínicos

A cada equino se le practicó un examen físico general, además se recabaron los datos básicos del historial clínico, así como los datos de reseña de cada animal: especie, sexo, edad, peso, función zootécnica, tipo de alimentación, frecuencia de alimentación, alojamiento y aquellos aspectos relacionados con la medicina preventiva y alteraciones recientes; tanto generales como localizadas y sus respectivos tratamientos.

Endoscopia gastrointestinal

La endoscopia gastrointestinal se llevó a cabo en un espacio donde se fueron concentrando la mayoría de los caballos participantes. Solo unos cuantos por condiciones especiales fueron evaluados *in situ*.

Procedimientos endoscópicos

Los caballos fueron dietados por al menos 12 horas para poder capturar una imagen limpia del estómago totalmente vacío. Los caballos fueron sedación ligera con



clorhidrato de xylazina a una dosis de 0.5 – 1 mg /kg vía endovenosa. Una vez estabilizado el equino, se procedió a lubricar unos 12 cm del extremo anterior para una introducción suave del fibroscopio flexible procediendo a evaluar la mucosa de todas partes anatómicas del estómago de los caballos. Cada uno de los procedimientos endoscópicos fue grabado para ser analizados con posterioridad e identificar y clasificar todos los hallazgos.

Procesamiento de datos

Las variables utilizadas para este estudio incluyeron: la clasificación de la severidad de las úlceras apreciadas a partir de la endoscopía, el municipio de precedencia, sexo, peso, edad y condición corporal, actividad y manejo nutricional y los datos obtenidos de un cuestionario aplicado a los propietarios de los caballos mismo que se centró en el régimen de alimentación de los animales, medicaciones actuales y estado antihelmíntico. Se utilizó el componente básico del ambiente de programación estadística (R CoreTeam, 2015). A Language and Environment for Statistical Computing version 3.2.0 (R foundation Statical Computing, Vienna, Aus. [Http:// www.R-project.org/](http://www.R-project.org/)) y un paquete específico.

El tipo de dieta se extrajo de los registros de la encuesta, a partir de ello se hizo una deducción empírica sobre la práctica alimenticia equina en cada municipio participante. Solo fue posible un acercamiento a la relación forraje/concentrado en base a los datos proporcionados y las condiciones de biodisponibilidad, pues la zona correspondiente al municipio de Tepechtlán se caracteriza por ser buen productor de maíz, de ahí que la dieta base de los equinos sea en base a rastrojo molido con maíz. Por el contrario, el municipio de Trancoso, por su localización en la zona árida del estado, la producción de forraje es más escaso, por lo tanto, la practica alimenticia es más intermitente sobre la base de forrajes que se producen en la región y con un aporte energético bajo con respecto al aporte de granos. En algunos casos fue posible tener acceso a la información de concentrados comerciales, la información de la etiqueta con sus respectivos datos nutricionales. Sin embargo, al no ser la dieta una constante uniforme, las variables estadísticas aparecen como prácticas alimenticias libres o estabuladas por municipio.



RESULTADOS

La figura No.6 muestra la composición racial de los equinos estudiados. La raza 1/4 de milla resultó la más abundante, con 62 efectivos, que significan un porcentaje de 93.7%. En segundo lugar se ubican tres ejemplares criollos que representan un porcentaje de 4.76%. Por último, la raza Appaloosa aportó un solo representante y alcanzó un porcentaje de 1.58%. La diferencia de proporciones entre las razas resultó estadísticamente significativa ($p < 0.01$).



Figura No. 6. Composición racial de los equinos estudiados.

En la figura No. 7 se muestra el estado sexual de los equinos estudiados. 45.16% fueron hembras seguidas de los machos, con un 40.3%, y los castrados, 14.5%.

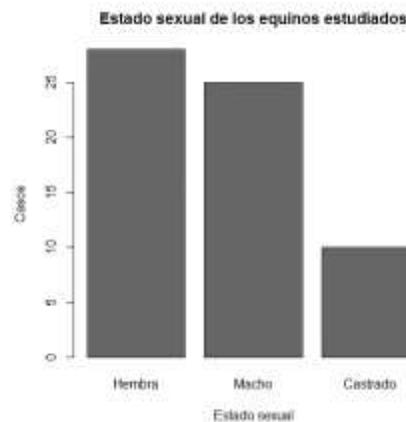


Figura No. 7. Estado sexual de los equinos estudiados.

En la Figura No. 8 se muestra el estado sexual de los equinos en cada una de las dos localidades estudiadas. Se muestra una mayor proporción de hembras en el municipio Tepechtlán pues alcanzaron el 59.2% de los equinos estudiados, mientras que, en



Trancoso se presentó un porcentaje mayor de machos con un 47.2% de ejemplares equinos. En ambos municipios, el porcentaje de animales castrados fue bajo: 11.1% y 19.4% para Tepechitlán y Trancoso, respectivamente. Las diferencias en las proporciones resultaron estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

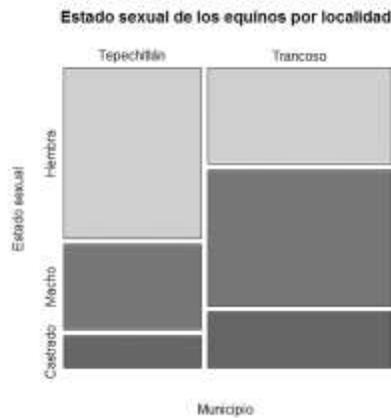


Figura No. 8. Estado sexual de los equinos estudiados en los municipios de donde provinieron

En la figura No. 9 se muestra la distribución de las edades de los caballos involucrados en el estudio. El promedio \pm desviación estándar alcanzó 5.33 ± 3.57 años. En Tepechitlán fue de 5.04 ± 3.02 años, mientras que en el municipio de Trancoso, la edad alcanzó fue de 5.56 ± 3.97 años. La diferencia entre edades no fue estadísticamente significativa.

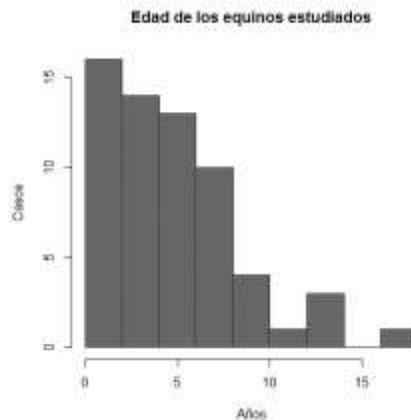


Figura No.9. Distribución de las edades de los caballos estudiados.



En la Figura No. 10 se compara la edad de los equinos por municipio por medio de una gráfica de box-plot.

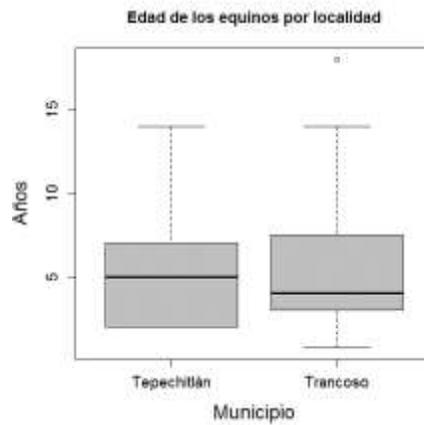


Figura No. 10. Edad de los caballos estudiados según el municipio de donde provienen.

En la figura No. 11 se muestra la distribución del peso corporal de los caballos estudiados. El promedio \pm desviación estándar alcanzó 300 ± 70 kg. En el municipio de Tepechtlán, pesan 329 ± 57 kg, mientras que en el municipio de Trancoso, el peso fue menor, pues sólo llegaron a los 278 ± 72 kg. La diferencia entre municipios fue significativa ($p < 0.01$).

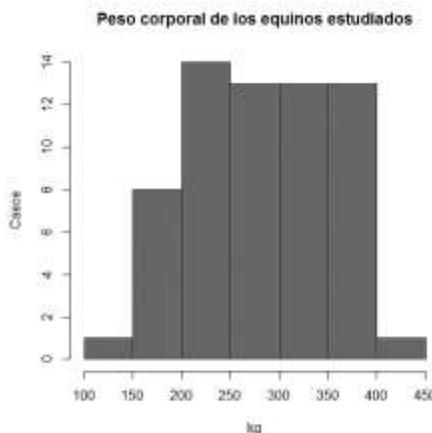


Figura No. 11. Distribución del peso corporal de los caballos estudiados.

La figura No. 12 muestra la distribución de la condición corporal de los equinos estudiados tomando como referencia una escala del 1 al 8. Se puede apreciar que, en su mayoría, los equinos tenían una condición alta, ya que en los grados 3 y 4 sólo hubo



un animal por cada grado. En el grado de condición 6, fueron 4 animales. En el grado de condición 7 se encontró la mayoría de los caballos (38), y el grado 8, agrupó a 18 semovientes.

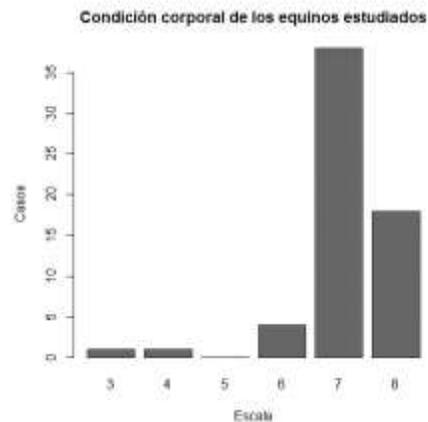


Figura No.12. Distribución de la condición corporal de los equinos estudiados, en una escala del 1 al 8.

La figura No. 13 muestra la función zotécnica de los equinos estudiados. Los equinos destinados al campo y a la reproducción alcanzaron, ambos, el 20.6%, mientras que aquellos dedicados al deporte alcanzaron un 58.8%. Las diferencias resultaron significativas ($p < 0.01$), ya que en ambos municipios hay una gran afición a favor de la charrería.

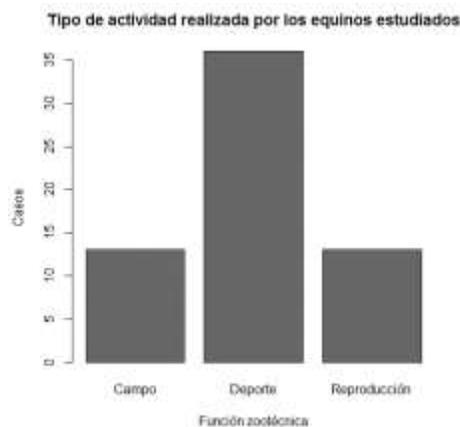


Figura No. 13. Función zotécnica de los caballos estudiados.

La figura 14 presenta la función zotécnica de los equinos en los dos municipios estudiados. No se aprecia mucha diferencia en cuestión al deporte, ya que en el



municipio de Trancoso alcanza 60.0% y en Tepechitlán 55.5%. En el primer municipio, casi no se utilizan para la reproducción (2.8%), mientras que, en el segundo, esta función alcanza el 44.4%. Por el contrario, en Tepechitlán no se utiliza a estos animales con fines de trabajo en los ranchos. Las actividades deportivas principales son la charrería y carreras parejeras. Las diferencias relativas a esta variable resultaron estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

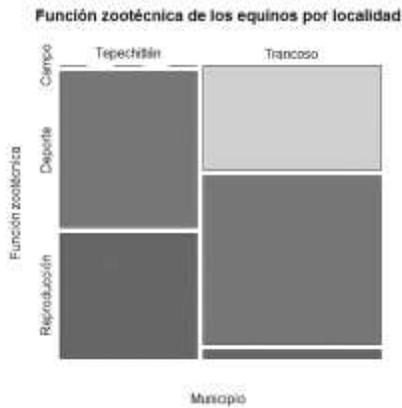


Figura 14. Función zootécnica de los animales estudiados por localidad

La figura 15 muestra la distribución de la severidad de las úlceras gástricas en los equinos estudiados. Aquí se presenta una gradación que se divide en 4 grados de lesión. En el presente estudio, el grado máximo de lesión alcanzado por los equinos estudiados fue el No. 3. Además, como se aprecia a partir de esta gráfica, la mayoría de los animales padecían de algún grado de úlcera gástrica.

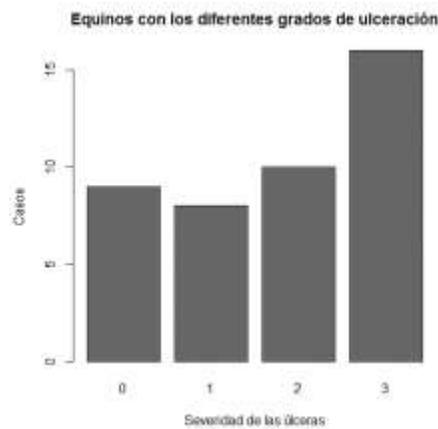


Figura 15. Clasificación de las úlceras de los equinos estudiados.



En la figura 16 se aprecia que el 35.8 % de los equinos estudiados procedentes de Tepechtlán permanecen en pastoreo debido a la gran presencia de pasto e incluso el 64.2% de ellos permanecen en el pesebre a consecuencia de la gran disposición de forraje y grano que se produce en la región. Al contrario, en el municipio de Trancoso, la presencia de pasto no es muy constante y sólo el 2.5% de los equinos explotados allí se alimentan en pastoreo y el 97.5% en el pesebre, alimentados con forrajes producidos en otros lugares. Las diferencias relativas a esta variable resultaron estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

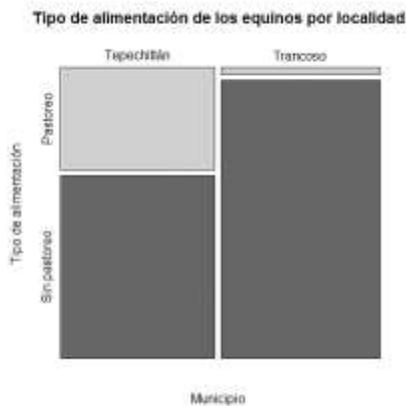


Figura 16. Tipo de alimentación de los equinos estudiados por localidad.

En la figura 17 se muestra la frecuencia con la que se alimenta a los equinos en cada uno de los municipios muestreados. En Tepechtlán, se tiene un régimen de alimentación continuo para el 69.2% de los casos, debido a que la presencia de pasto en los potreros es muy abundante, y un 30.8% en el pesebre, para los caballos que se encuentren en entrenamiento. En el municipio de Trancoso ocurre todo lo contrario: los equinos que se hallan en pastoreo continuo llegan al 20% y la proporción de caballos alimentados en pesebre asciende al 80%, a causa de su función zotécnica y por la escasez de pasto. Las diferencias relativas a esta variable resultaron estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

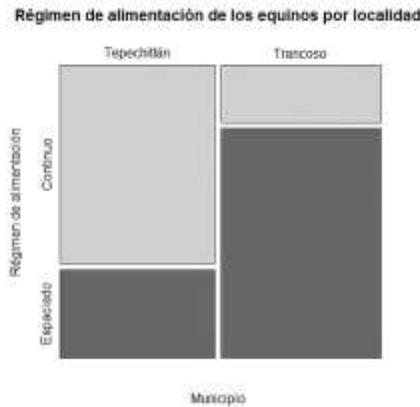


Figura 17. Régimen de alimentación de los caballos estudiados de acuerdo a su localidad.

En la figura 18, se muestra la función zootécnica por estado sexual de los caballos estudiados. La mayoría de las hembras (50%) y de los machos (62.5%) se destinan a las carrearas de carril, pero, sobre todo, a los equinos castrados (70%), se les utiliza para esta actividad. Con respecto a la utilización de los caballos para campo, sólo se estudiaron muy pocos caballos. De ellos, los caballos castrados aportan el 30% de sus efectivos para el trabajo de campo y los enteros aportan una proporción muy parecida (29.1%), mientras que las hembras sólo el 10.7% se destina a las labores del campo. De los equinos destinados a la reproducción, el 39.3% son hembras, y sólo el 8.4% son machos. Las diferencias relativas a estas variables resultaron estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

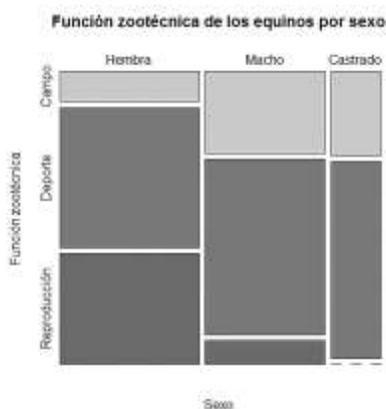


Figura 18. Función zootécnica de los equinos estudiados en relación con su estado sexual.



En la figura 19, se muestra la forma en que se alimenta a los equinos estudiados según su estado sexual. Al 35.7% de las hembras; al 16.0% de los machos, y al 10.0% de los caballos castrados, se les permite pastorear libremente en praderas. Las diferencias a este respecto no resultaron estadísticamente significativas.

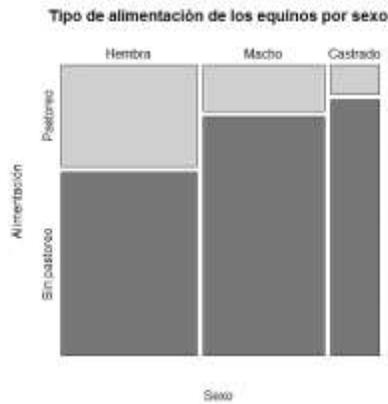


Figura No.19. Forma de alimentación de los equinos en función de su estado sexual.

En la figura 20 se presenta, a manera de box-plots, la escala de severidad de la ulceración gástrica en una escala subjetiva que va de 0 a 3. Se nota claramente como los equinos procedentes de Tepechitlán tienen un grado más grave de ulceración comparado con el de los que provienen de Trancoso. Las diferencia resultó estadísticamente significativa ($p < 0.01$). La localidad de Tepechitlán tiene una razón de momios de 2.40 veces. Los puntos de corte de las razones de momios por nivel de ulceración presentan los valores de 0.23, 0.68 y 2.19, para los pasos de 0 a 1, 1 a 2, y de 2 a 3 de la escala de gravedad de las lesiones.

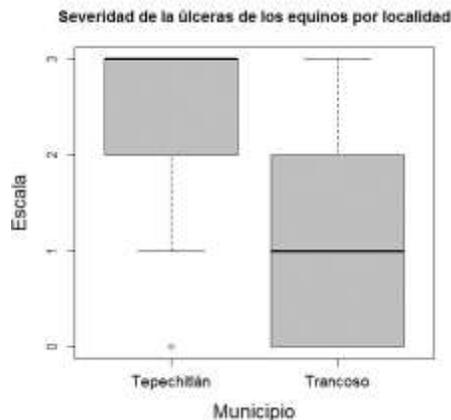




Figura No.20. Severidad de las úlceras de los equinos por municipio, según una escala del 0 al 3.

En la figura No. 21 se compara la severidad de las ulceraciones en los equinos con respecto a la función zootécnica que éstos desempeñan. Se observa que los animales dedicados a las labores del campo presentan una severidad menor del grado de ulceración. Sin embargo, las diferencias no resultaron estadísticamente significativas.

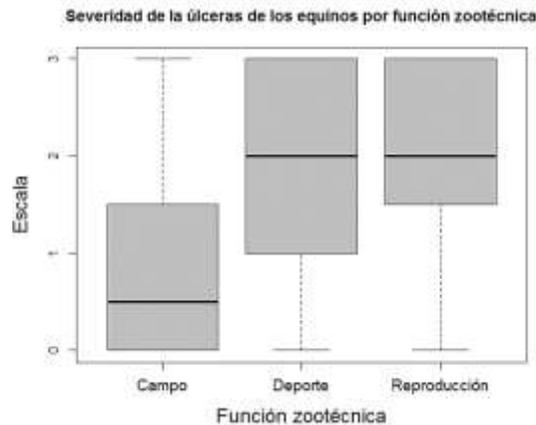


Figura No. 21. Severidad de las ulceraciones de los equinos por función zootécnica.

DISCUSIÓN

El ambiente ácido del equino puede ser de alguna manera controlado a través de una buena práctica alimenticia para evitar los embates que provoca el ácido clorhídrico y los ácidos grasos volátiles logrando desarrollar úlcera gástrica en la región escamosa del estómago.(Andrews et al., 2017). El estómago de los equinos tiene una secreción acida permanente,(N. Luthersson, Nadeau, J. A. , 2013), por lo que un tiempo prolongado con el estómago vacío vuelve muy ácido, así lo mostró un estudio realizado en equinos con alimentación constante de heno, los cuales mantuvieron un pH de 3.5 contra un grupo de caballos en ayunas los cuales presentaron un pH de 1,5 (M. Murray & Schusser, 1993). La presencia de alimento puede controlar de alguna manera la secreción de jugo gástrico. Aunque en el presente estudio, no se tiene los datos de la cantidad que consumía cada equino, debido a una inconsistencia en contenido y cantidad de alimento, se ha sugerido que administrar una cantidad de 1,5% de materia seca de forraje por peso corporal ofrecido de manera más frecuente en pequeñas cantidades



mantiene de manera segura el ambiente interno de estómago en lo que se refiere a la acidez (Sykes, Hewetson, Hepburn, Luthersson, & Tamzali, 2015), aun cuando para este mismo autor, esa práctica si reduce pero no garantiza la ausencia de ulcera gástricas en el equino, ya que faltan estudios que demuestren eso.

Para fundamentar la participación del efecto alimenticio sobre la ulcera gástrica, se introduce aquí la importancia que tiene la saliva como elemento amortiguador del pH gástrico; el caballo produce en promedio 440 g de saliva por cada 100 g de materia seca, mientras que cuando son alimentados sobre la base de concentrados, la producción de saliva solo alcanza un cantidad que oscila en los 206 g por cada 100 g de materia seca (Eckersall, 1985). Esta puede ser una de las razones por las cuales los equinos de Tepechtlán muestran un grado de ulceración más alto con respecto a los caballos de Trancoso. Como se expuso párrafos arriba, los equinos de Tepechtlán consumen un alimento más a base de forraje molido con buena cantidad de maíz, con mas tiempo en caballerizas lo quede suponer una práctica alimenticia de consumo rápido e infrecuente. La provisión de solo una pequeña cantidad de comidas por día y períodos de más de 6 horas sin acceso a los alimentos aumenta la probabilidad de ulceración gástrica (N. Luthersson, Nadeau, J. A. , 2013). Por el contrario, los equinos del municipio de Trancoso consumen de manera más constante dieta con una base mayor de forraje de avena o alfalfa, lo que les permite tener alimento de manera más prolongada en su comedero. En los caballos del presente trabajo recibían alimento dos veces al día, por lo que se puede deducir, que en los equinos alimentados con base rastrojo de maíz y algo de concentrados estaban más expuestos a sufrir periodos de tiempo de 6 hrs sin presencia de alimento contra los alimentados con base forraje el cual puede permanecer durante más tiempo disponible en el comedero.

Cuando comen forraje, los caballos producen de 400 a 480 g de saliva por cada 100 g de MS consumidos. Sin embargo, cuando se alimenta con concentrado, la cantidad de saliva producida es significativamente menor (206 g de saliva por 100 g de materia seca). La saliva tiene un efecto amortiguador debido a su composición (es decir, principalmente potasio, cloruro y bicarbonato) y, en consecuencia, puede afectar el pH del estómago (Eckersall, 1985). Sin suficiente producción de saliva y efecto amortiguador, pueden ocurrir daños y lesiones en la mucosa gástrica (N. Luthersson, Nadeau, J. A. , 2013). En este estudio, la información sobre la hora exacta en que se ofrecieron las comidas lamentablemente no estaba disponible en el historial del caso. Sin embargo, considerando que los casos de EGUS fueron alimentados con 2 comidas por día, se puede suponer que el tiempo entre comidas fue mayor a 6 horas. Un hallazgo importante presente en los caballos de Tepechtlán es que, al realizar el estudio endoscópico, los caballos de ese municipio presentaron grandes cantidades de



larvas de *Gasterophilus equi*, lo cual contribuyó a la severidad de las lesiones en la mucosa gástrica, en comparación con los caballos de Trancoso los cuales presentaron una muy baja presencia de esa larva. A pesar de que en la encuesta realizada si se manifestó una buena práctica antihelmíntica, las condiciones de humedad relativa del municipio de Tepechitlán contribuye en gran medida al desarrollo del parásito.

Del presente estudio, se puede desprender; que hay una diferencia marcada en la práctica alimenticia de los equinos en los municipios involucrados como se muestra en las gráficas correspondiente. A pesar de que en el municipio de Tepechitlán hay una menor cantidad de caballos en un régimen espaciado de alimentación contra los que están en un régimen continuo, en ellos hay una mayor contribución a la severidad en el daño de la mucosa gástrica. Esto concuerda con el estudio de Taharaguchi (Taharaguchi et al., 2004), en el que reporta que las úlceras gástricas escamosas más prevalentes y más graves se mostraron cuando se alimentaban con mayores cantidades de concentrados los cuales generan lactato y ácidos grasos volátiles por parte de la microbiota anaeróbica representada por proteobacterias (Julliard & Grimm, 2016), y más presencia de larvas de *Gasterophilus equi*, por lo tanto, influyen más en la alta graduación de úlceras en equinos de esta localidad. Para el caso de los caballos de la localidad de Trancoso, los cuales contribuyeron a la presentación de daño en la mucosa gástrica, pueden estar más relacionados con la calidad del alimento que se les ofrece. Un factor que se asocia con las lesiones de úlcera gástrica, es una alta cantidad de paja en la dieta como única fuente. Con esa esa escasa calidad de alimentación de da una probabilidad 4,5 veces mayor de lesiones gástricas (N. Luthersson, Nadeau, J. A. , 2013) (N. Luthersson, Nielsen, Harris, & Parkin, 2009).

Esta puede ser una razón de peso para el caso de Trancoso ya que su producción de forraje es muy pobre de igual manera, la escasa precipitación pluvial es escasa por ende poca bio-disponibilidad de pasto para el agostadero de los equinos como se muestra en las gráficas de este estudio.

Otra variable incluida en el presente estudio y que contribuyen al desarrollo de daños en la mucosa gástrica es la actividad mayor que desempeñan los caballos estudiados. Como se puede observar en las gráficas correspondientes, las hembras (50%) y los machos (62.5%) y, sobre todo, los equinos castrados (70%), se destinan al deporte tipo charrería y carreteras de carril. A pesar de que esta variable no está clasificada por municipio, los caballos de Tepechitlán son mayormente dedicados a las carreras de carril con respecto a Trancoso, que en mayor medida son dedicados a la charrería y el trabajo de campo. Una parte clave para explicar esto, es, el ejercicio y el alimento asociados a la presión intrabdominal ocasionan lo que se llama el salpicado de líquido



desde la parte ventral del estómago hacia la porción escamosa del mismo (Lorenzo-Figueras & Merritt, 2002), con las consecuencias aquí descritas por efecto de un pH ácido, pues los mecanismos de protección de esa área gástrica son muy limitados.

Si bien los cambios en la dieta además de la medicación terapéutica son importantes en el manejo de este síndrome, la mala nutrición (alimentos de menor calidad y/o formulación de raciones inadecuadas) también puede ser uno de los factores desencadenantes del EGUS (Andrews et al., 2017; (Jonsson & Egenvall, 2006). Más específicamente, factores nutricionales como la alimentación intermitente (Murray, 1994), paja de alfalfa (Fedtke, 2015), (Vondran, 2016), alto consumo de azúcares y almidón que contienen los granos, altas cantidades de paja en la dieta y tiempo prolongado sin acceso a forraje (N. Luthersson et al., 2009), se han asociado con una alta predisposición a EGUS.

CONCLUSIONES

En contraste con estos resultados, (Vondran, 2016), demostraron que en caballos una gran cantidad de paja de alfalfa podría producir lesiones gástricas en la región glandular por daño mecánico. En el mismo estudio, los potros destetados alimentados con alfalfa en forma de gránulos mostraron puntuaciones más bajas de lesiones en la mucosa gástrica en comparación con los alimentados con granza de alfalfa, lo que sugiere un efecto protector de la formulación en gránulos.

REVISION DE LITERATURA

- Andrews, F. M., Buchanan, B. R., Smith, S. H., Elliott, S. B., & Saxton, A. M. (2006). In vitro effects of hydrochloric acid and various concentrations of acetic, propionic, butyric, or valeric acids on bioelectric properties of equine gastric squamous mucosa. *Am J Vet Res*, 67, 1873-1882.
- Anon. (1999). Recommendations for the diagnosis and treatment of equine gastric ulcer syndrome (EGUS) Equine. *Equine Vet. Educ.*, 11(5), 122-134
- Bell, R. J. W., Kingston, J. K., & Mogg, T. D. (2007a). A comparison of two scoring systems for endoscopic grading of gastric ulceration in horses. *New Zealand Veterinary Journal*, 55(1), 19-22.
- Bell, R. J. W., Kingston, J. K., Mogg, T. D., & Perkins, N. R. (2007b). The prevalence of gastric ulceration in racehorses in New Zealand *New Zealand Veterinary Journal*(55), 13-18.



-
- Bell, R. J. W., Mogg, T. D., & Kingston, J. K. (2007). Equine gastric ulcer syndrome in adult horses: A review. *New Zealand Veterinary Journal*, 55(1), 1-12. doi: 10.1080/00480169.2007.36728
- Berschneider, H. M., Blikslager, A. T., & Roberts, M. C. (1999). Role of duodenal reflux in nonglandular gastric ulcer disease of the mature horse. *Equine Veterinary Journal*, 31(29), 24-29.
- Buchanan, B. R., & Andrews, F. M. (2003). Treatment and prevention of equine gastric ulcer syndrome. *Vet Clin Equine*, 19, 575-597.
- Buchanan, B. R., & Andrews, F. M. (2003). Treatment and prevention of equine gastric ulcer syndrome. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.*, 19, 575-597.
- Chameroy, K., Nadeau, J., Bushmich, S., Dinger, J., Hoagland, T., & Saxton, A. (2006). Prevalence of non-glandular gastric ulcers in horses involved in a University Riding program. *Journal of Equine Veterinary Science - J EQUINE VET SCI*, 26, 207-211. doi: 10.1016/j.jevs.2006.03.001
- Eckersall, P. D., Aitchison, T., & Colquhoun, K. M. (1985). Equine whole saliva: Variability of some major constituents. *Equine Veterinary Journal of Animal Science*, 17(5), 391-393. doi: <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1985.tb02532.x>
- Fedtke, A., Pfaff, M., Volquardsen, J., Venner, M., Vervuert, I. (2015). Effects of feeding different roughage-based diets on gastric mucosa after weaning in warmblood foals. *Pferdeheilkunde Equine Medicine*, 31, 596-602.
- Furr, M., Taylor, L., & Kronfeld, D. (1994). The effects of exercise training on serum gastrin response in the horse. *Cornell Vet*, 84(1), 41-45.
- Hammond, C. J., Mason, D. K., & Watkins, K. L. (1986). Gastric ulceration in mature Thoroughbred horses. *Equine Veterinary Journal*, 18(4), 284-287. doi: 10.1111/j.2042-3306.1986.tb03629.x
- Holbrook, T. C., Simmons, R. D., Payton, M. E., & Macallister, C. G. (2005). Effect of repeated oral administration of hypertonic electrolyte solution on equine gastric mucosa. *Equine veterinary journal*, 37 6, 501-504. doi: <https://doi.org/10.2746/042516405775314880>
- Husted, L., Sanchez, L., Olsen, S., Baptiste, K., & Merritt, A. (2008). Effect of paddock vs. stall housing on 24 hour gastric pH within the proximal and ventral equine stomach. *Equine veterinary journal*, 40, 337-341. doi: 10.2746/042516408X284673



- Jonsson, H., & Egenvall, A. (2006). Prevalence of gastric ulceration in Swedish Standardbreds in race training. *Equine veterinary journal*, 38, 209-213. doi: 10.2746/042516406776866390
- Julliand, V., & Grimm, P. (2016). HORSE SPECIES SYMPOSIUM: The microbiome of the horse hindgut: History and current knowledge. *Journal of Animal Science*, 94, 2262-2274. doi: 10.2527/jas2015-0198
- Lorenzo-Figueras, M., & Merritt, A. (2002). Effect of exercise on gastric volume and pH in the proximal portion of the stomach of horses. *American journal of veterinary research*, 63, 1481-1487. doi: 10.2460/ajvr.2002.63.1481
- Lorenzo-Figueras, M., & Merritt, A. M. (2002). Effects of exercise on gastric volume and pH in the proximal portion of the stomach of horses. *Am J Vet Res*, 63(11), 1481-1487.
- Luthersson, N., Hou Nielsen, K., Harris, P., & Parkin, T. D. H. . (2009). Risk factors associated with equine gastric ulceration syndrome (EGUS) in 201 horses in Denmark. *Equine veterinary journal*, 41(7), 625-630. doi: <https://doi.org/10.2746/042516409X441929>
- Luthersson, N., Nadeau, J. A. . (2013). *Gastric ulceration*. Philadelphia, PA: W.B. Saunders.
- Luthersson, N., Nielsen, K. H., Harris, P., & Parkin, T. D. H. (2009). The prevalence and anatomical distribution of equine gastric ulceration syndrome (EGUS) in 201 horses in Denmark. *Equine veterinary journal*, 41(7), 619-624. doi: 10.2746/042516409x441910
- Murray, M., & Schusser, G. (1993). Measurement of 24-h gastric pH using an indwelling pH electrode in horses unfed, fed and treated with ranitidine. *Equine veterinary journal*, 25 5, 417-421. doi: <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1993.tb02983.x>
- Murray, M. J. (1999). Pathophysiology of peptic disorders in foals and horses: a review. *Equine Veterinary Journal*, 31(S29), 14-18. doi: 10.1111/j.2042-3306.1999.tb05162.x
- Murray, M. J., & Eichorn, E. S. (1996). *Effects of Intermittent Feed Deprivation, Intermittent Feed Deprivation with Ranitidine Administration, and Stall Confinement with Ad Libitum Access to Hay on Gastric Ulceration in Horses*.
- Nadeau, J. A., Andrews, F. M., Mathew, A. G., Argenzio, R. A., Blackford, J. T., Sohtell, M., & Saxton, A. M. (2000). Evaluation of diet as a cause of gastric ulcers in horses. *American journal of veterinary research*, 61(7), 784-790.



-
- Nadeau, J. A., Andrews, F. M., Patton, C. S., Argenzio, R. A., Mathew, A. G., & Saxton, A. M. (2003a). Effects of hydrochloric, acetic, butyric, and propionic acids on pathogenesis of ulcers in the nonglandular portion of the stomach of horses. *Am. J. Vet. Res.*, *64*, 404-412.
- Nadeau, J. A., Andrews, F. M., Patton, C. S., Argenzio, R. A., Mathew, A. G., & Saxton, A. M. (2003b). Effects of hydrochloric, valeric, and other volatile fatty acids on pathogenesis of ulcers in the nonglandular portion of the stomach of horses. *Am J Vet Res*, *64*, 413-417.
- Reed, S. K. (2006). Effects of phenylbutazone alone or in combination with flunixin meglumine on blood protein concentrations in horses. *American journal of veterinary research*, v. 67(no. 3), pp. 398-402-2006 v.2067 no.2003. doi: 10.2460/ajvr.67.3.398
- Sykes, B. W., Hewetson, M., Hepburn, R. J., Luthersson, N., & Tamzali, Y. (2015). European College of Equine Internal Medicine Consensus Statement--Equine Gastric Ulcer Syndrome in Adult Horses. *J Vet Intern Med*, *29*(5), 1288-1299. doi: 10.1111/jvim.13578
- Taharaguchi, S., Okai, K., Orita, Y., Kuwano, M., Ueno, T., & Taniyama, H. (2004). Relation between Amounts of Concentrated Feed Given Mares and Gastric Ulcers in Foals. *Journal of the Japan Veterinary Medical Association*, *57*, 366-370. doi: 10.12935/jvma1951.57.366
- Vatistas, N. J., Sifferman, R., Holste, J., Cox, J. L., Pinalto, G., & Schultz, K. T. (1999). Induction and maintenance of gastric ulceration in horses in simulated race training. *Equine Vet J Suppl*, *29*, 40-44.
- Vondran, S., Venner, M., Vervuert, I. (2016). Effects of two alfalfa preparations with different particle sizes on the gastric mucosa in weanlings: Alfalfa chaff versus alfalfa pellets. *BMC Veterinary Research*, *12*, 2-8. doi: 10.1186/s12917-016-0733-5
- Zavoshti, F. R., & Andrews, F. M. . (2017). Therapeutics for Equine Gastric Ulcer Syndrome. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, *33*(1), 141-162. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2016.11.004>



Clave 2023-2PEE

Identificación de parásitos gastrointestinales en perros de la ciudad de Aguascalientes, México

Emmanuel Hernández Valdivia*¹, Arturo Valdivia Flores¹, Carlos Cruz Vazquez², Teódulo Quezada Tristan¹

¹ Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Apartado Postal 3, Jesús María, 20100 Aguascalientes, México.² Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes. Aguascalientes, México. Apartado Postal 20041 *Autor por correspondencia emmanuel.hernandez@edu.uaa.mx

Introducción

A través de años se ha realizado un cambio en la relación del hombre hacia los animales, en especial con los animales destinados a la compañía (perros y gatos) que han pasado a ocupar un lugar dentro del ambiente familiar y en algunos casos considerarlos un integrante más de la familia. La tenencia de perros, dependiendo de la actividad a la que se les destine, propicia un contacto físico entre ellos y sus propietarios u otras personas en diferentes grados, Se ha propuesto que dicho contacto implica un riesgo de adquirir enfermedades, particularmente para aquellas personas cuyo nivel socioeconómico es desfavorable, debido a la falta de orientación y conocimientos adecuados sobre la tenencia y manutención de dichos animales, lo que propicia un incremento de su población, con el consiguiente aumento de las posibilidades de impactar en la salud pública y el ambiente (Lohmann et al., 2004). Algunas de las enfermedades intestinales de los perros son ocasionadas por una diversidad de parásitos; aproximadamente la mitad de ellos se transmiten al humano comúnmente por vía oral, al ingerir fases infectantes, en este mismo sentido, diversos autores señalan los perros parasitados constituyen un riesgo de salud para los humanos con los cuales conviven (Acha and Szyfres, 2003).

Objetivos

Estimar la prevalencia de parásitos gastrointestinales en perros de la ciudad de Aguascalientes.

Analizar la influencia que tienen los factores de la edad, raza, género humedad relativa y temperatura ambiental sobre la prevalencia de parásitos gastrointestinales en perros de la ciudad de Aguascalientes.



Materiales y métodos

El estudio se realizó en la ciudad de Aguascalientes, Ags. (28°28'N, 21°37'S, 101°51'E, 102°53'W); Los climas que comparte la ciudad con el resto del Estado son: templado semiseco y semicálido semiseco, con lluvias en verano y con temperaturas anuales entre 17 y 20 grados centígrados con un promedio de 18.3; la humedad relativa promedio anual es de 45.2 % y una precipitación anual de 400-700 mm; una población total estimada de 877,190 habitantes y una población canina de 103,198 perros (INEGI, 2018). Esta investigación se realizó en el Centro de Control, Atención y Bienestar Animal

del Municipio de Aguascalientes (CCABA), donde se buscó identificar la prevalencia de parásitos intestinales en perros de la ciudad de Aguascalientes, que ingresaron durante un periodo de un año (2017).

El material biológico fueron perros que ingresaron al CCABA, obteniendo la siguiente información adicional para cada animal; raza, edad, género, con o sin propietario, tratamientos antihelmínticos previos. Se seleccionaron 927 perros (capturados en vía pública y entregados voluntariamente por sus propietarios), de un total de 9,524 que ingresaron al CCABA entre enero y diciembre del 2017. Posteriormente se llevó a cabo la eutanasia mediante la metodología descrita en la Norma Oficial Mexicana del Sacrificio Humanitario de los Animales Domésticos y Silvestres (Mexicana, 1995). Después del sacrificio se procedió a realizar una resección intestinal completa desde píloro hasta la ampolla rectal con la finalidad de coleccionar e identificar helmintos y para la obtención de muestras de heces por medio de un raspado de toda la mucosa para su posterior análisis (Thienpont, 1986). El procesamiento de muestras se efectuó en los Laboratorios de Parasitología Veterinaria del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Las muestras de heces se procesaron mediante el método directo con solución de Lugol y por el método de concentración con solución saturada de cloruro de sodio, los helmintos obtenidos fueron conservados en frascos en formol al 10% (Diaz et al., 1999). La identificación y cuantificación de helmintos adultos, huevos, trofozoitos, quistes, ooquistes se realizó de acuerdo a las claves taxonómicas establecidas (Anderson et al., 2009).

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) mediante el procedimiento para modelos lineales generales (GLM) y la prueba protegida de Fisher (LSD) del software Statistical Analysis System (SAS, 1999) para evaluar posibles asociaciones entre la presencia de helmintos y una variedad de factores (genero, raza, edad, con o sin propietario, temperatura y humedad relativa) considerando como



significativo un nivel de confianza $p < 0.05$. Para determinar la prevalencia parásitos gastrointestinales se realizó la prueba de Chi-cuadrada.

Resultados y discusión.

Del total de los 927 perros analizados se encontró una prevalencia a parásitos gastrointestinales del 42.8%. La prevalencia estacional tuvo sus niveles más elevados durante primavera y verano con prevalencias del 43.9 y 53,8 respectivamente, observándose una relación entre la presencia de parásitos intestinales y la humedad relativa. La prevalencia de los parásitos encontrados en perros de la ciudad de Aguascalientes *Ancylostoma caninum* (12.9%), *Toxocara canis* (14.0%), *Toxascaris leonina* (0.5%), *Uncinaria stenocephala* (4.2%), *Dipylidium caninum* (26.2%), *Taenia spp.* (4.1%), *Giardia* (13.6%), *Cystoisospora spp.* (7.8%), *Sarcocystis* (5.3%) y *Oncicola canis* (0.1%). Los animales con una edad menor a los cinco meses presentaron más problemas parasitarios con una prevalencia del 60.6% mientras que en los animales mayores de 10 años la prevalencia fue de 26.2%. En el estudio se observó diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) en la presencia de parásitos gastrointestinales en perros con entregados voluntariamente por sus propietarios a comparación con los perros capturados en vía pública, reportando una prevalencia del 37.7% contra el 57.3% respectivamente.

Otros autores han encontrado diferentes tasas de prevalencia en algunas ciudades de América Latina, utilizando diversas técnicas de concentración y sedimentación, reportando una prevalencias del 40.1% en Perú (Trillo-Altamirano et al., 2003), 41.8% en Argentina (Sánchez et al., 2003), en México se ha reportado una prevalencia de parásitos en intestinos de perros callejeros de la ciudad de México, alcanzando una tasa global de prevalencia de 85%, mientras que *D. caninum* obtuvo una tasa de 60% (Eguia-Aguilar et al., 2005).

Conclusiones.

La prevalencia de parásitos entéricos mostró que uno de cada dos perros de la ciudad de Aguascalientes se encuentra parasitado por al menos una sola especie parasitaria. El haber identificado parásitos como *Dipylidium caninum*, *Toxocara canis*, *Ancylostoma caninum*, *Giardia canis* y con prevalencias del 26.2, 14.0, 12.9 y 13.6%, respectivamente, es sumamente importante debido a que su presencia pudiera representar un riesgo potencial zoonótico a las personas con los cuales están en contacto. La prevalencia en el grupo de perros entregados voluntariamente por su propietario al CCABA presenta una diferencia estadística altamente significativa ($P < 0.01$) contra la prevalencia observada en perros capturados en vía pública, siendo estos



últimos de gran importancia en la diseminación, contagio y mantenimiento de las enfermedades parasitarias.

La correlación positiva existente entre la prevalencia de parásitos intestinales con la humedad relativa media mensual de la ciudad de Aguascalientes es importante para el establecimiento de medidas para el control integral de las parasitosis gastrointestinales en perros. En general, las evidencias aportadas en esta investigación sugieren que las parasitosis gastrointestinales de los perros constituyen un riesgo potencial importante para la salud pública y animal en Aguascalientes, México.

Implicaciones.

El presente estudio marca una pauta en la clínica veterinaria de pequeñas especies del estado de Aguascalientes, sirviendo de manera objetiva en brindar información epidemiológica a los médicos clínicos para el control, prevención y tratamiento de cada una de las diferentes parasitosis gastrointestinales en perros.

Agradecimientos y/o fuente financiadora.

El presente estudio fue apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT; proyecto: 178546), Universidad Autónoma de Aguascalientes (proyecto: PIP 15.1). Centro Municipal de Control Canino y Felino de Aguascalientes por permitirnos el acceso a sus instalaciones.

Referencias bibliográficas.

1. Acha, P.N., Szyfres, B., 2003. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre ya los animales: Volumen III: Parasitosis. Organización Panamericana de La Salud.
2. Anderson, R.C., Chabaud, A.G., Willmott, S., 2009. Keys to the nematode parasites of vertebrates: archival volume. Cabi.
3. Díaz, J., Chávez, A., Casas, E., 1999. Comparación de dos métodos convencionales de diagnóstico de nematodos intestinales en *Canis familiaris* con el examen post-mortem. *Rev. Investig. Vet. del Perú* 10, 56–60.
4. Eguía-Aguilar, P., Cruz-Reyes, A., Martínez-Maya, J.J., 2005. Ecological analysis and description of the intestinal helminths present in dogs in Mexico City. *Vet. Parasitol.* 127, 139–146.
5. INEGI, 2018. No Title [WWW Document]. Inst. Nac. Estadística y Geogr. URL <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=01#> (accessed 4.22.18).
6. Lohmann, R.L.P., Romero, S.D., De Miguel, V.N.A., Mendoza, B.M.A., Abeledo, G.M.A., 2004. Giardiasis en Población Infantil y Perros en dos Comunidades Rurales de Veracruz, México, in: *Giardiasis in Infantile Population and Dogs*, in



-
- Two Rural Communities of Veracruz, Mexico. Memorias En Resumen Del Congreso Nacional de Parasitología Veterinaria. Colima, México.
7. Mexicana, N.O., 1995. NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. D. Of. la Fed. México DF, México.
 8. Sánchez, P., RASO, S., Torrecillas, C., Mellado, I., Ñancuñil, A., Oyarzo, C.M., Flores, M.E., CÓRDOBA, M., Minvielle, M.C., Basualdo, J.A., 2003. Contaminación biológica con heces caninas y parásitos intestinales en espacios públicos urbanos en dos ciudades de la Provincia del Chubut: Patagonia Argentina. *Parasitol. Latinoam.* 58, 131–135.
 9. Thienpont, D., 1986. Diagnóstico de las helmintiasis por medio del examen coprológico.
 10. Trillo-Altamirano, M. del P., Carrasco, A.J., Cabrera, R., 2003. Prevalencia de helmintos enteroparásitos zoonóticos y factores asociados en *Canis familiaris* en una zona urbana de la ciudad de Ica, Perú. *Parasitol. Latinoam.* 58, 136–141.



Clave 2023-3-PEE

Las heces de perros callejeros un problema de contaminación ambiental y de salud pública

Murray Núñez Rafael Martín. Secretaria de Investigación y Posgrado. Universidad Autónoma de Nayarit, México, ramurray@uan.edu.mx. Nájera González Oyolsi. Secretaria de Investigación y Posgrado. Universidad Autónoma de Nayarit, México, oyolsi@uan.edu.mx. Navarrete Méndez Raúl. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit, México, raul.navarrete@uan.edu.mx. Orozco Benítez María Guadalupe. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit, carretera Compostela-Chapalilla km 3.5, C.P. 63700, Compostela, Nayarit, México, mgorozco@uan.edu.mx. Autor de correspondencia.

Las heces de perros callejeros representan un importante problema ambiental y de salud pública por la transmisión de parásitos de riesgo zoonótico que se encuentran presentes en las heces pulverizadas en el medio ambiente. El estudio se realizó en colonias que pertenecen a zonas de vulnerabilidad social de la ciudad de Tepic, Nayarit, con el objetivo de estimar la prevalencia e identificar las estructuras parasitarias con potencial zoonótico. Se analizaron 270 muestras de heces fecales de perros de calle, la toma de muestra se realizó de forma aleatoria directamente del piso de heces frescas, en bolsas de plástico transparentes, debidamente identificadas y conservadas en hielera con gel refrigerante. Las muestras se analizaron mediante las técnicas de flotación de Willis y técnica de Mc Master para cuantificar el número de huevecillos por gramo. El 37% de las muestras fecales analizadas se encontraron huevecillos de *Isospora* (1%), *Amebas* (7%), *Toxocara canis* (11%), *Trichuris vulpis* (8%), y *Ancylostoma caninum* (70%) utilizando la técnica de Willis (técnica cualitativa). Diferentes estudios realizados en México y en el mundo muestran que los géneros de los parásitos con mayor prevalencia son *Toxocara spp.*, y *Ancylostoma spp.* A su vez, las especies de parásitos zoonóticos mas reportadas son *Ancylostoma caninum* y *Toxocara canis*. Lo anterior plantea problemas ambientales y sanitarios graves, y frente a ellos tendría que desarrollarse acciones de control, como desparasitaciones, vigilancia epidemiológica, educación y protección del medio ambiente, medidas destinadas a disminuir la carga parasitaria en perros, para evitar la zoonosis causada por estos parásitos al ser humano.

Palabras clave. zoonosis, parasitismo, salud pública.



Clave 2023-4PEE

Infeción con *Trypanosoma cruzi* en *Dipetalogaster maxima* (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) en Baja California Sur: resultados preliminares

Haro Álvarez Ana Paulina*¹, Ríos Verdugo Juan José^{1*}, Medina Basulto Gerardo¹, López Valencia Gilberto¹, Herrera Ramírez José Carlomán¹, Trasviña-Muñoz Enrique¹

¹Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias, Universidad Autónoma de Baja California.
Autor de correspondencia: Ana Paulina Haro Álvarez, paulina.haro@uabc.edu.mx

Antecedentes: la Enfermedad de Chagas (EC) o tripanosomiasis americana es causada por el parásito protozoario *Trypanosoma cruzi* (*T. cruzi*). Es una enfermedad zoonótica transmitida por vector, considerada como desatendida debido a los escasos recursos y esfuerzos que se realizan para su estudio y control. La infección por *T. cruzi* produce principalmente afecciones cardíacas y es potencialmente mortal. **Justificación:** el estado de Baja California Sur (BCS) alberga a la especie de vector de la EC de mayor tamaño del mundo, y exclusiva de México de nombre *Dipetalogaster maxima* o también conocida como chinche piedra. Debido a su comportamiento agresivo, presencia en entornos cercanos a poblaciones humanas, y su importancia en la salud pública se hace necesario el estudio periódico de sus poblaciones. **Objetivo:** determinar la presencia de infección por *T. cruzi* en *Dipetalogaster maxima* en un poblado cercano a la ciudad de la Paz. **Metodología:** se realizaron colectas de campo durante el día utilizando cebo humano y colecta manual en un punto de colecta cercano a Sierra el Novillo en el municipio de La Paz BCS durante el mes de julio de 2021. Los triatominos colectados se preservaron en alcohol al 70% y se identificaron mediante claves morfológicas según Lent & Wygodzinsky, 1979. Para el diagnóstico de la infección de *T. cruzi* se realizó la prueba de PCR utilizando los primers TCZ 1 y TCZ 2 y un termociclador de la marca Thermo HybaidTM (EE. UU.). **Resultados:** Se colectaron un total de 26 ejemplares de diferentes estadios ninfales y adultos. Se informa un infección con *T. cruzi* del 15% (4/26) en los ejemplares colectados. **Discusión:** los resultados son mayores a lo informado en estudios previos que reportan un 5% (18/717) de infección en insectos colectados durante el periodo de junio a noviembre de 2017 y 2018 en diferentes puntos de la zona del cabo en BCS (Flores-López et al., 2022). **Conclusión:** Se informa una infección de 15% en *Dipetalogaster maxima* de una localidad cercana sierra el novillo en el municipio de la Paz BCS. Las diferencias con respecto a estudios previos pueden deberse a el tamaño de muestra y época del año en que se realizaron las colectas. Son necesarios futuros estudios que incluyan diferentes estaciones del año y un mayor de número de ejemplares para su estudio.



Bibliografía

Lent H, Wygodzinsky P. Revision of the triatominae (Hemiptera: Reduviidae) and their significance as vectors of Chagas disease. Bull Am Mus Nat His, 1979; 163:125-520.

Flores-López, C.A., Rivas-García, L., Romero-Figueroa, G., Guevara-Carrizales, A., Peiro-Nuño, H., López-Ordoñez, T., & Bello-Bedoy, R. (2022). Infection Rate of Trypanosoma cruzi (Trypanosomatida: Trypanosomatidae) in Dipetalogaster maxima (Hemiptera: Reduviidae). Journal of Medical Entomology, 59(1), 394–399.



Clave 2023-5PEE

Estudio exploratorio de las dietas administradas a los reptiles que se encuentran en cautiverio en diversos establecimientos de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), Jalisco.



Clave 2023-6PEE

El clavo (*Syzygium aromaticum*) como potencial tratamiento contra la leptospirosis

Sergio Martínez González¹, Fidel Avila Ramos², Gerardo Uriel Bautista Trujillo³, Carlos Enrique Ibarra Martínez³, Carlos Alfredo Carmona Gasca¹ carmonagasca@uan.edu.mx.

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit, Km 3.5 Carretera Compostela – Chapalilla, Compostela, Nayarit, México CP 63700. ²Campus 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. ³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Campus II, Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla-Gutiérrez, Chiapas, México.

Resumen. La investigación realizada tuvo como objetivo principal el determinar el efecto inhibitor *in vitro* de el extracto hidroalcohólico de clavo (*Syzygium aromaticum*) en cultivos de 5 cepas de *Leptospira*. Se determinaron las concentraciones mínimas inhibitorias 50 y 90 % y la concentración mínima bactericida partiendo desde una concentración de 1.345 µg/mL. La CMB fue calculada en el rango de 0.08411 µg/mL a 0.6725 µg/mL y las CMI50 de identificaron entre 0.0210 a 0.3363 µg/mL y la CMI90 fue de 0.0105 a 0.0841 µg/mL. Con los datos anteriores se demuestra la actividad bacteriostática y bactericida del extracto hidroalcohólico de clavo en *Leptospira* patógenas y saprofitas, siendo el efecto microbiológico es mayor en serovariedades apatógenas que en leptospiras patógenas. Comparando los resultados obtenidos con concentraciones de antibióticos de elección administrados (principalmente penicilinas) en casos experimentales y clínicos en humanos y animales, la utilización del clavo es una alternativa de tratamiento ante la incidencia de casos de leptospirosis alternativo a los antibióticos convencionales.

Antecedentes. Las pérdidas causadas por la leptospirosis son significativas en las industrias pecuarias, particularmente en la lechera y porcícola; así como también en salud pública[1, 2]. La utilización de antibióticos para el tratamiento de la leptospirosis es una forma de minimizar los daños causados por el microorganismo, hay evidencia insuficiente o no de la presencia del leptospiras en el paciente, el tratamiento seleccionado exclusivamente en hallazgos clínicos sigue siendo una práctica común en los casos sugestivos de leptospirosis por que el diagnóstico de laboratorio suele ser tardado. La utilidad cuestionable de esta práctica y las indicaciones para el uso general de antibióticos es incierta. Sin embargo, la evidencia sugiere que la penicilina causa más beneficios que daños [3]. Algunos estudios han evaluado los efectos *in vitro* e *in vivo* de los antibióticos contra *Leptospira* y la leptospirosis.



El tratamiento temprano disminuya la gravedad y la duración de la enfermedad. En los pacientes con alta presunción clínica de leptospirosis se recomienda iniciar el tratamiento con antibióticos lo antes posible, sin esperar los resultados de laboratorio. En los pacientes con síntomas leves, la doxiciclina es el fármaco de preferencia (100 mg por vía oral, dos veces al día), si no hay contraindicaciones. Otras opciones son la azitromicina (500 mg por vía oral, una vez al día), la ampicilina (500-750 mg por vía oral, cada 6 horas) y la amoxicilina (500 mg por vía oral, cada 6 horas). En los pacientes con enfermedad grave, la penicilina por vía intravenosa es el fármaco de preferencia (1.5 MU por vía intravenosa, cada 6 horas), y la ceftriaxona (1 g por vía intravenosa, cada 24 horas) puede ser igualmente eficaz [4].

El clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) es conocido por sus efectos beneficiosos para mejorar la digestión e inhibir el crecimiento de microorganismos, comprobado por diversos estudios realizados en los últimos años. Por lo que el uso del clavo y sus componentes (destacándose el eugenol) en la industria alimenticia como antiséptico, se derivan en el inicio de su aplicación en estudios experimentales [5]. *S. aromaticum* es una especie ampliamente aprovechada en la perfumería y la medicina; dentro de la industria alimentaria, su aceite esencial es utilizado mayormente como saborizante. Existe mucha información acerca de las funciones antimicrobianas de este aceite esencial contra patógenos transmitidos por el consumo de alimentos, e incluso, contra microorganismos resistentes a antibióticos y a antifúngicos [6].

El clavo de olor y sus componentes han sido examinados contra varios microorganismos, incluyendo bacterias patógenas y no patógenas, parásitos y virus, documentando su actividad analgésica, antioxidante, anticancerígena, antiséptica, antiinflamatoria, antiviral, antibacterial, antifúngica, entre muchas otras, con estudios realizados in vivo e in vitro [7]. Aun cuando el efecto antimicrobiano del clavo se ha demostrado en un amplio grupo de microorganismos, no se ha evaluado el efecto inhibidor de este sobre *Leptospira*. Nosotros pensamos que el extracto alcohólico de clavo es capaz de inhibir el desarrollo de leptospirosis. De acuerdo a lo mencionado anteriormente, el objetivo de la presente investigación fue determinar la actividad antibacteriana *in vitro* sobre cultivos de *Leptospira*.

Material y métodos. Se utilizó el cepario de referencia de *Leptospira* del Departamento de Microbiología e Inmunología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México (Cuadro 1). Estas cepas de referencia fueron mantenidas en medio de cultivo Stuart líquido (tubos de vidrio con 5 ml de medio) e incubadas en una estufa bacteriológica a una temperatura de 30 °C. Los cultivos se revisaron cada dos días para comprobar el crecimiento macroscópico y se



resembraron cada siete días en condiciones de esterilidad. Para realizar la resiembra se transfirió un volumen de 0.5 ml del cultivo crecido al medio de cultivo fresco.

Noventa gramos de clavo fueron preparados con etanol al 70% (3:10 p/v) mantenidas en frascos ámbar a temperatura ambiente durante 15 días. El extracto alcohólico fue decantado mantenido en refrigeración a 6 °C hasta su uso. El contenido de materia seca se calculó colocando una muestra de 1mL en crisoles desecados con peso constante por 75°C/24h, posterior a esto, se repitió el pesaje para utilizar la fórmula: % peso final= 100 - [(peso inicial- peso final)/g de muestra] x 100.

Se utilizó el método de macrodilución en 5mL de medio de Stuart para espiroquetas, realizando 12 diluciones dobles seriadas del extracto hidroalcohólico de clavo a partir de 5. 266 mg/ mL. Se realizaron conteos pre y pos tratamientos con cámara Petroff-Hausser a 400X bajo microscopía de campo oscuro con la fórmula: No. total de leptospiras = (No. De bacterias contadas X Factor de dilución X 50,000). 1.2×10^7 bacterias fueron inoculadas por triplicado a todos los tubos. La actividad antibacteriana se determinó mediante la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI50 y CMI90) y la Concentración Mínima Bactericida (CMB) siguiendo las especificaciones del CCLS [8]. Las CMB y CMI fueron calculadas después de la incubación por 24, 48 y 72 h a 30°C.

Resultados. Las DMB (dosis mínimas bactericidas), DMI50 (dosis mínimas inhibitorias 50%) y DMI90 (dosis mínima inhibitorias 90%) del extracto hidroalcohólico de clavo contra serovariedades de *Leptospira* se muestran en el cuadro 1, esta representa la respuesta del tratamiento en 12 diluciones contra 5 serovariedades patógenas y no patógenas en 3 repeticiones. En la última repetición Tepetiltic mantuvo su CMI en CC (0.0841 $\mu\text{g/ml}$), con CC CMB50 (0.0210 $\mu\text{g/ml}$) y CMB90 (0.0150 $\mu\text{g/ml}$), demostrando ser la serovariedad más susceptible al EHC; Las variedades restantes (Bataviae, Canicola, Hardjoprajitno y Pyrogenes) se encontraron en CC muy similares; CMI CC (0.6725 $\mu\text{g/ml}$), CMB50 con concentraciones en (0.3363 $\mu\text{g/ml}$) y (0.1681 $\mu\text{g/ml}$), Bataviae no mostró CMB90; en Canicola, Hardjoprajitno y Pyrogenes se observó CMB90c a CC (0.0210 $\mu\text{g/ml}$).

Discusión. Las propiedades antimicrobianas del aceite de clavo y su aplicación a cualquier producto, como alimentos y productos para la salud, se han probado y han mostrado actividad inhibitoria sobre varios patógenos, incluidos *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella enteritidis*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* [9]. Con los resultados obtenidos se muestra que *Leptospira* es susceptible a la acción del extracto hidroalcohólico de clavo y que las serovariedades Tepetiltic y Pyrogenes son las más susceptibles ante la acción de el extracto de clavo.



Muchos estudios han informado sobre la propiedad antimicrobiana de *S. aromaticum* contra varios tipos de bacterias. Por ejemplo, el aceite esencial de *S. aromaticum* mostró actividad inhibitoria contra *S. aureus* y *E. coli*. En otro estudio demostraron que el extracto de metanol de *S. aromaticum* poseía actividad antimicrobiana contra cepas clínicas de *Staphylococcus aureus*. Además, el aceite esencial de *S. aromaticum* poseía actividad inhibitoria contra cuatro bacterias Gram positivas (*S. aureus*, *B. cereus*, *E. faecalis* y *L. monocytogenes*) y cuatro bacterias Gram negativas (*E. coli*, *Y. enterocolitica*, *S. choleraesuis* y *Ps. aeruginosa*). Otro estudio demostró que el extracto acuoso de *S. aromaticum*, a una concentración de 0.04mg/mL, fue capaz de controlar *Vibrio parahaemolyticus*, un patógeno transmitido por los alimentos [10]. En cuanto a la potencial resistencia de microorganismos a tratamientos alternativos, se han obtenido resultados que muestran al eugenol (principal componente del clavo de olor) cómo un agente antimicrobiano efectivo sin desarrollo a resistencia y a afectar importantes capacidades bacterianas, en ese mismo estudio se determinó que el eugenol tiene un efecto inhibitorio importante en la formación de biopelículas, a concentración subinhibitoria reduce la virulencia en *S. aureus* y *L. monocytogenes* durante exposición continua [11].

Poniendo a prueba el extracto de clavo (1,04mg/ml) contra cuatro cepas multirresistentes de *Acinetobacter baumannii*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* y *E. faecalis* aisladas de distintas muestras clínicas. A una concentración del 10% del extracto, *A. baumannii* fue la cepa más susceptible con una ZI (Zona de Inhibición) de $28 \pm 2,3$ mm, seguida de *E. faecalis* (ZI: $25 \pm 2,6$ mm). *S. aureus* y *P. aeruginosa* siendo estas las menos sensibles con un diámetro IZ de $20 \pm 2,8$ mm y $17 \pm 3,3$ mm, respectivamente, las CMI del aceite de clavo se encontraron entre el 0,312% (Concentración de aceite V/V) y el 1, 25% (V/V) [12]. Por método de difusión de disco el extracto de clavo fue evaluado contra enterococos que presentaban resistencia antibiótica a la gentamicina, los resultados demostraron que *S. aromaticum* tuvo una actividad significativa de IZ 13mm y 26 mm, los compuestos bioactivos del clavo de olor son candidatos para el desarrollo de antibióticos con susceptibilidad en infecciones bacterianas por betalactamasas de espectro extendido. Las cepas de *E. coli* y *K. pneumoniae* también presentaron susceptibilidad (IZ de 6 mm a 30 mm) contra el aceite de clavo y su dilución al 50% [13].



Cuadro 1. Efecto de diferentes concentraciones del extracto hidroalcohólico de clavo en distintas serovariedades del *Leptospira* después de 48 hrs.

Especie	<i>L. meyeri</i>	<i>L. interrogans</i>	<i>L. interrogans</i>	<i>L. interrogans</i>	<i>L. interrogans</i>
Serovariedad	-----	Bataviae	Canicola	Hardjo	Pyrogenes
Cepa	Tepetiltic	Van Tienen	Hond Utrecht	Hardjoprajitno	Salinem
µg/mL	Leptos/mL	Leptos/mL	Leptos/mL	Leptos/mL	Leptos/mL
1.3450	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.6725	0.00	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
0.3363	0.00	39.66 ^{^5}	25.83 ^{^5b}	3.16 ^{^5}	20.50 ^{^5b}
0.1681	0.00	43.16 ^{^5}	42.66 ^{^5}	22.16 ^{^5b}	40.16 ^{^5}
0.0841	0.00 ^a	50.16 ^{^5b,c}	41.33 ^{^5}	30.50 ^{^5}	42.66 ^{^5}
0.0420	51.66 ^{^5}	59.00 ^{^5}	48.50 ^{^5}	38.16 ^{^5}	48.66 ^{^5}
0.0210	47.50 ^{^5b}	56.33 ^{^5}	54.16 ^{^5c}	43.16 ^{^5c}	49.00 ^{^5c}
0.0105	94.50 ^{^5c}	54.66 ^{^5}	61.16 ^{^5}	50.16 ^{^5}	65.83 ^{^5}
0.0053	116.16 ^{^5}	56.50 ^{^5}	56.50 ^{^5}	56.33 ^{^5}	66.00 ^{^5}
0.0026	117.16 ^{^5}	54.00 ^{^5}	56.33 ^{^5}	53.83 ^{^5}	60.83 ^{^5}
0.0013	116.50 ^{^5}	56.50 ^{^5}	57.83 ^{^5}	57.50 ^{^5}	61.16 ^{^5}
0.0007	113.66 ^{^5}	56.33 ^{^5}	57.83 ^{^5}	49.83 ^{^5}	69.33 ^{^5}

CMI: Concentración Inhibitoria Mínima; CBM50: Concentración Mínima Bactericida al 50%; CBM90: Concentración Mínima Bactericida al 90%.

El ser de origen natural y aparentemente no generar resistencia bacteriana convierte al extracto de clavo en un potencial terapéutico viable para su aplicación en medicina, sumando a los efectos antimicrobianos encontramos además una gran cantidad de propiedades [14]. Se han realizado estudios *in vivo* en conejos estudio donde se evaluó el efecto antimicrobiano de *S. aromaticum*, se demostró mediante análisis microbiológico de *E. coli* y *Pseudomonas* que el clavo (en este caso utilizado en gel fluido) disminuyó el recuento de unidades formadoras de colonias (UFC) en las dos bacterias [15]. *In vitro* el clavo en forma de aceite e infusión también presenta una gran actividad bacteriana contra bacterias gramnegativas como *E. coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella choleraesuis* y *Pseudomonas aeruginosa* con CMIs de 52.4 µL/dm³ y 8.73 µL/L para *S. choleraesuis* y *Y. enterocolitica* [16] que comparándolo con la CMI más baja (0.0841µg/ml) en cepa Tepetiltic encontramos una buena respuesta



dosis baja. Se ha experimentado en distintas presentaciones el clavo de olor, en estudios realizados con aceite esencial se han encontrado CMI en concentraciones de entre 0.25 y 1.0 mg/ml y CMB de 0.5 a 2 mg/ml *in vitro* en cepas de *S. pyogenes* [15].

Conclusión. En *Leptospira* es nuevo el campo de la medicina alternativa, pero al aumento de la demanda de estos últimos años acentúa la necesidad del uso de plantas con propiedades antimicrobianas que anteriormente han sido estudiadas en otros microorganismos. Los resultados indican que el extracto hidroalcohólico de clavo debe considerarse una opción viable para el tratamiento, ya sea individualmente o en conjunto con terapia antimicrobiana clásica con el fin de reducir la concentración de la dosis y tener un pronóstico favorable en la enfermedad en medicina humana y veterinaria.

Bibliografía

1. Boey, K., K. Shiokawa, and S. Rajeev, *Leptospira infection in rats: A literature review of global prevalence and distribution*. PLoS neglected tropical diseases, 2019. **13**(8): p. e0007499.
2. Andre-Fontaine, G., F. Aviat, and C. Thorin, *Waterborne Leptospirosis: Survival and Preservation of the Virulence of Pathogenic Leptospira spp. in Fresh Water*. Curr Microbiol, 2015. **71**(1): p. 136-42.
3. Guidugli, F., et al., *WITHDRAWN. Antibiotics for treating leptospirosis*. Cochrane Database Syst Rev, 2010(1): p. CD001306.
4. Brett-Major, D.M. and R. Coldren, *Antibiotics for leptospirosis*. Cochrane Database of Systematic Reviews, 2012(2).
5. Hu, Q., M. Zhou, and S. Wei, *Progress on the antimicrobial activity research of clove oil and eugenol in the food antiseptics field*. Journal of food science, 2018. **83**(6): p. 1476-1483.
6. Aguilar-González, A. and A. López-Malo, *Extractos y aceite esencial del clavo de olor (Syzygium aromaticum) y su potencial aplicación como agente antimicrobiano en alimentos*. Temas selectos de ingeniería de alimentos, 2013. **7**(2): p. 35-41.
7. El-Saber Batiha, G., et al., *Syzygium aromaticum L.(Myrtaceae): traditional uses, bioactive chemical constituents, pharmacological and toxicological activities*. Biomolecules, 2020. **10**(2): p. 202.
8. Balouiri, M., M. Sadiki, and S.K. Ibensouda, *Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review*. Journal of pharmaceutical analysis, 2016. **6**(2): p. 71-79.
9. Wongsawan, K., et al., *Bactericidal Effect of Clove Oil against Multidrug-Resistant Streptococcus suis Isolated from Human Patients and Slaughtered Pigs*. Pathogens, 2020. **9**(1): p. 14.
10. Lee, S., et al., *Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of Syzygium aromaticum flower bud (Clove) against fish systemic bacteria isolated from aquaculture sites*. Frontiers of Agriculture in China, 2009. **3**(3): p. 332-336.
11. Apolônio, J., et al., *No induction of antimicrobial resistance in Staphylococcus aureus and Listeria monocytogenes during continuous exposure to eugenol and citral*. FEMS Microbiology Letters, 2014. **354**(2): p. 92-101.



12. Abdullah, B.H., S.F. Hatem, and W. Jumaa, *A comparative study of the antibacterial activity of clove and rosemary essential oils on multidrug resistant bacteria*. Pharmaceutical and Biosciences Journal, 2015: p. 18-22.
13. Revati, S., et al., *In vitro antibacterial activity of seven Indian spices against high level gentamicin resistant strains of enterococci*. Archives of Medical Science, 2015. **11**(4): p. 863-868.
14. Han, X. and T.L. Parker, *Anti-inflammatory activity of clove (Eugenia caryophyllata) essential oil in human dermal fibroblasts*. Pharmaceutical Biology, 2017. **55**(1): p. 1619-1622.
15. Wijesundara, N.M. and H.P.V. Rupasinghe, *Essential oils from Origanum vulgare and Salvia officinalis exhibit antibacterial and anti-biofilm activities against Streptococcus pyogenes*. Microbial Pathogenesis, 2018. **117**: p. 118-127.
16. Moreno Mantilla, M.C., *Efecto antibacteriano in vitro de extractos etanólicos de orégano, tomillo y salvia sobre cepas de Staphylococcus aureus, Escherichia coli y Pseudomonas aeruginosa con resistencia múltiple*. 2020.
17. Trott, D., S. Abraham, and B. Adler, *Antimicrobial Resistance in Leptospira, Brucella, and Other Rarely Investigated Veterinary and Zoonotic Pathogens*. Microbiology spectrum, 2018. **6**(4).



Clave 2023-7PEE

Prevalencia de enteroparásitos en caninos y felinos del municipio de Tepic, Nayarit

Adriana Elizabeth Sesate Flores¹ Ruth Baudelia Vironchi Lujan², Carlos Carmona Gasca¹, Sergio González Martínez¹, Raúl Hassan Adad Figueroa², Socorro Marisa Salgado Moreno¹

¹Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Medicina Veterinaria, Carretera Chapalilla-Compostela Km 3.1. ²Unidad de Patología Vida Veterinaria. Autor responsable Adriana Sesate. Autor de correspondencia Socorro Marisa Salgado Moreno E-mail: socorro.salgado@uan.edu.mx

Los perros y los gatos son especies de gran aceptación como mascotas por el hombre y como animales de compañía, sin embargo, la convivencia estrecha puede generar problemas de salud pública. Mundialmente el 35% de las zoonosis son de etiología parasitaria y representan el principal problema de salud (Jaffry, *et al.*, 2009 Correa, 2019). En México, las helmintiasis son de las veinte parasitosis con mayor morbilidad; ante éstas, el sector infantil es el más expuesto y susceptible (Montoya, 2011). El **objetivo** del presente trabajo fue identificar los enteroparásitos de perros y gatos domiciliados provenientes de 10 zonas del Municipio de Nayarit y estimar su prevalencia. **Material y métodos** Se procesaron 352 muestras de las cuales 84% fueron de perros y 16% de gatos, utilizando las técnicas de Frotis fecal húmedo y técnica de flotación de Willis modificada. **Resultados** Los parásitos identificados morfológicamente y su prevalencia fue la siguiente para gatos, *Eimeria* 21%, *Giardia lamblia* 18%, *Taenia sp* 16%, *Ascaris lumbricoides* 14%, *Strongyloides* 13%, *Toxocara cati* 7%, *Uncinaria* 4% y *Ancylostoma* 2%. De las muestras caninas *Eimeria* 24%, *Taenia sp* 22%, *Quistes de Giardia lamblia* 9%, *Ancylostoma* 6%, *Dipylidium caninum* 6%, *Ascaris lumbricoides* 5%, *Cryptosporidia* 4%, *Toxocara canis* 4%, *Strongyloides* 4%, *Trichuris vulpis* 3% y *Uncinaria* 3%. **Discusión** investigaciones con similitudes a esta investigación, (Rodríguez Vivas *et al.*, 2011, Vélez *et al.*, 2014) los perros fueron infectados por casi los mismos parásitos y la prevalencia de *Toxocara canis* fue similar. **Conclusión** Es de suma importancia el seguimiento epidemiológico del parasitismo de perros y gatos ya que representa un riesgo para la salud humana.

Palabras clave: enteroparásitos, zoonosis, prevalencia, salud pública.



Referencias:

Correa, M. (2014). Fauna parasitaria gastrointestinal en perros de criaderos en la región metropolitana de Santiago, Chile. Marzo 2019, de universidad de chile facultad de ciencias veterinarias y pecuarias escuela de ciencias veterinarias Sitio web: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/143088/Fauna-parasitaria-gastrointestinal-en-perros-de-criaderos-en-la-Region-Metropolitana-de-Santiago-Chile.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gómez, L. F. (2007). *La influencia de las mascotas en la vida humana.* , Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia. Obtenido de <file:///C:/Users/ACER/Downloads/Dialnet-LaInfluenciaDeLasMascotasEnLaVidaHumana-3238619.pdf>.

Garibotti, G. (2017). Tenencia responsable de perros y salud humana en barrios de San Carlos de Bariloche, Argentina. *Medicina (Buenos Aires)*, 77, 309-313.

Hugues, B., Álvarez, A., Castelo EC, L., Ledón, L., Mendoza, M., & Domínguez, E. (2014). Percepción de los beneficios de la tenencia de animales de compañía en tres grupos poblacionales de la Habana, Cuba. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 25(3), 355-365.

Jaffry KT, Ali S, Rasool A, Raza A, Gill ZJ. (2009) Zoonoses. *Int. J. Agric. Biol.*; 11:217-220.
Kuelh, R. (2001). *Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación.* Segunda Edición. México D. F, México: Thomson – Learning.

Monsalve B, Mattar S, González M. (2009) Zoonosis transmitidas por animales silvestres y su impacto en las enfermedades emergentes y reemergentes. *Rev MVZ Cordoba*;14(2):17621773.

Montgomery, D. (2005). *Diseño y Análisis de experimentos.* Segunda Edición. México D.F, México. Limusa Wiley Montoya YA. Ascariasis en población menor de 15 años de edad en México 1990-2010. *Sem Epid Boletín epidemiológico [serie en internet]* 2011 [consultado el 03 de abril de 2013];28(13):[1-3].

Montoya YA. Ascariasis en población menor de 15 años de edad en México 1990-2010. *Sem Epid Boletín epidemiológico [serie en internet]* 2011 [consultado el 03 de abril de 2013];28(13):[1-3]. Disponible en:

<http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/dgae/boletin/indice-2011.html>

Navarrete Úbeda, G. J., & Gómez Guevara, J. G. (2017). *Parásitos gastrointestinales de caninos (Canis lupus familiaris), atendidos en la clínica veterinaria Valverde, colonia Villa Libertad, Managua, noviembre 2016-marzo 2017* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria).

OIE. (2021). *Bienestar animal.* Organización Mundial de Sanidad Animal. Recuperado de sitio web <https://www.oie.int/es/que-hacemos/sanidad-y-bienestar-animal/bienestar-animal/> OPS: Organización Panamericana de la Salud. (2003) *Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales.* 3a. ed. Washington: OPS.



Organización Mundial de Sanidad Animal. (2015). El bienestar animal de un vistazo. Obtenido de <http://www.oie.int/es/bienestar-animal/el-bienestar-animal-de-un-vistazo/> Pinto, D., & Patiño, Q. (2019). Estudio del marco normativo colombiano para uso del perro o gato como animales de compañía. *Academia & Derecho*, (17).

OPS. Organización Panamericana de la Salud. (2003) Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. 3a. ed. Washington: OPS.

Vélez L., Reyes K., Rojas D., Calderon M., Cruz, J., & Arcos, J. (2014). Riesgo potencial de parásitos zoonóticos presentes en heces caninas en Puerto Escondido, Oaxaca. *Salud pública de México*. 56 No. 6, 625-630.

Vera, C.J. (2020). Elaboración de guías para toma de muestra, procesamiento y análisis de coprológicos, raspados de piel y citología de oído para la clínica veterinaria dog house. Universidad cooperativa de Colombia Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Bucaramanga, Colombia.



Clave 2023-8PEE

Validación externa por correlación de la evaluación del bienestar animal de caninos en entrenamiento

Blayra Maldonado-Cabrera, Guadalupe López-Robles, Ramón Robles- Zepeda, Manuel Nieblas-López, Reyna Osuna-Chávez, Víctor Alcaraz-Serrano*

Universidad de Sonora. Carretera a Bahía de Kino km. 21.5, Hermosillo, Sonora, México. Teléfonos: (662) 454-8401 y (662) 454-8402. E-mail: blayra.maldonado@unison.mx, guadalupe.lopez@unison.mx, robles.zepeda@unison.mx, manuel.nieblas@unison.mx, reyna.osuna@unison.mx, a218206557@unison.mx*.

Antecedentes

El concepto de bienestar animal (BA) tiene orígenes en Europa en la década de los sesenta. El gobierno británico estableció el Comité Brambell, quienes presentaron el BA como un término que engloba la salud física y mental. El comité declaró que para mejorar el bienestar animal era necesario comprender la biología de los animales y sus necesidades, por lo que se recomendó la investigación en medicina, psicología del estrés, ciencia animal y comportamiento para la continua evolución del BA (Hemsworth, *et al.* 2015). En las siguientes décadas se añadió el ambiente del animal como componente mismo del bienestar, tomando en cuenta sus características y la relación del animal con el entorno (Broom, 2011).

En la actualidad se reconocen varios marcos conceptuales del BA de acuerdo con lo establecido por Grandin (2021), donde menciona cinco: los cuatro principios de David Fraser, las cinco libertades de FAWC (Farm Animal Welfare Council), el sistema de bienestar de Welfare Quality Network, los cinco dominios de Mellor y los dos factores de Dawkins.

El BA es más que solo la salud física, se considera un concepto integral aceptado por la comunidad científica; Sejian, *et al.* (2011), lo definen como “la capacidad de un animal de afrontar fisiológica, conductual, cognitiva y emocionalmente con su entorno físico-químico y de vida social, incluyendo la experiencia subjetiva del animal de su condición”. La evaluación del BA es a partir de dos puntos de vista, salud física y fisiológica, así como el estado mental al enfrentarse a su ambiente. Actualmente para una evaluación completa se deben medir ambos puntos de vista, y también medir los elementos negativos y positivos, ya que el bienestar es determinado por el balance entre estos (Van der Harst & Spruijt, 2007; Polgar, *et al.* 2019).



Justificación

Los perros entrenados han sido una herramienta útil a lo largo de los años para descubrir o encontrar sustancias ilícitas, cadáveres, bombas e incluso para identificar ciertas enfermedades. Esto es debido a su gran sentido del olfato que es capaz de identificar y diferenciar olores únicos transmitidos por compuestos orgánicos volátiles (COV) (Angle *et al.*, 2016), muchas veces pertenecientes a enfermedades específicas, entre las cuales se podría incluir SARS-CoV2, microorganismo causante de una pandemia mundial que actualmente continúa diseminándose debido a su naturaleza estacional y tendencia a mutar; es por esto, que la validación del bienestar animal durante esta investigación fue considerada para determinar el cumplimiento de los tres dominios del bienestar animal.

Objetivo

Determinar si se cumple los tres dominios del bienestar animal; salud física, salud mental y medio ambiente, así como los cuidados durante el entrenamiento de caninos para detectar SARS-CoV2 en muestras de personas sospechosas.

Metodología

Los caninos se dividieron en dos grupos. El primer grupo de 4/9 caninos se entrenó para identificación de muestras de saliva, y el segundo grupo de 5/9 caninos, para identificación de muestras de sudor, ambas muestras provenían de personas positivas a COVID-19 confirmadas por Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR). El entrenamiento tuvo una duración de 5 meses y se dividió en tres fases. La primera fase consistió en presentar el proceso de detección, al identificar el premio (juguete) dentro de bases de acero inoxidable. Una vez identificado el premio, se les permitió a los caninos jugar con él por 2 minutos como refuerzo positivo. La segunda fase se basó en enseñar la asociación que existe entre la muestra positiva a COVID-19 y el premio (juguete o comida), para que aprendieran a identificar correctamente el olor en el entendido que serían recompensados. En la tercera fase se aplicó el método doble ciego (Rodríguez-Martín & Casado-Collado, 2002) y se registraron en bitácoras individuales los marcajes correctos e incorrectos. Al finalizar las tres etapas del entrenamiento se calculó la especificidad y sensibilidad de cada perro al distinguir entre las muestras positivas y negativas para medir su desempeño. Los caninos se mantuvieron en jaulas individuales de madera y rejas de acero, con un tamaño de aproximadamente 1 m², en un área refrigerada que se mantuvo siempre a 25°C, de las que se les permitía salir a defecar y al entrenamiento. El manejo de lunes a sábado de 6:00 a 7:00 horas fue dirigido a gastar energía al jugar con la pelota con el mismo



entrenador. Posteriormente de 7:00 a 9:00 horas se realizaron los ejercicios para entrenamiento de olfato con refuerzo positivo para todos los animales, con descanso los domingos. Los caninos fueron alimentados con croquetas comerciales marca Premium® una vez al día; los gramos diarios de alimentación se realizaron utilizando los cálculos de aporte calórico de Atwater (energía metabolizable), de acuerdo con su edad, peso, sexo y actividad física (Muñoz-Rascón *et al.*, 2021). Medición del Bienestar Animal. Se utilizó el instrumento para la medición del bienestar animal de Castillo-Cuenca *et al.*, 2012, con ligeras modificaciones, el cual consistió en la evaluación de los componentes animal y humano. Los resultados se basaron en la observación de los animales y la relación humano-animal con sus entrenadores de forma presencial y por medio de cámaras, realizada por dos médicos veterinarios zootecnistas durante el entrenamiento 3 veces por semana durante los 5 meses que duró el entrenamiento; y además se utilizaron bitácoras de manejo y comportamientos, individuales y grupales que incluyen las variables que miden ambos componentes (tabla 1). Se otorgó un puntaje a las variables de cada componente animal y humano, éstos incluyeron indicadores de salud física y mental, así como elementos del ambiente y de los cuidados de los animales. Los caninos estuvieron bajo resguardo de un médico veterinario zootecnista clínico de pequeñas especies responsable de salvaguardar su salud, por lo que, también se utilizó la información de los reportes médicos semanales. Para obtener las categorías del bienestar animal individual, se consideró la suma de los componentes animal y humano, ya que la forma en la cual los humanos tratan a los animales influye en su grado de desarrollo (Castillo-Cuenca *et al.*, 2012).

Recolección de datos. Se diseñaron bitácoras individuales que incluyeron las necesidades diarias básicas de alimentación, bañado y cepillado, limpieza de jaulas, tiempos de entrenamiento y libertad, y considerando las necesidades también se incluyeron bitácoras de medicación. Todas las bitácoras contenían la fecha, los horarios de manejo, el nombre y la firma del personal responsable. En la bitácora de “limpieza” se incluyeron las variables de fecha y hora (variables continuas), limpieza de jaula, si el animal tuvo un baño completo ese día (Sí/No), si se aplicó el cepillado (Sí/No) (variables dicotómicas), y si se aplicó algún jabón especial (variable nominal). En la bitácora de “tiempos” se utilizaron variables de fecha y hora (variables continuas), registrándose el tiempo en minutos en cada área (lugar de libertad, lugar para defecar y lugar de juego; variables continuas). La bitácora de “alimentación” se midieron variables de fecha y hora (variables continuas), cantidad de alimento (variable continua) y tipo de alimento (variable nominal). Por último, la bitácora de “medicación” se utilizó para el control de dosis de medicamentos administrados a los caninos previa consulta con su médico veterinario. Se utilizaron variables de fecha y hora (variables continuas),



diagnóstico, signología, medicamento administrado (variables nominales), dosis y vía de administración (variable continua).

Análisis de datos. Una vez obtenidos los datos de las bitácoras, se calcularon los promedios de las frecuencias diarias por animal para determinar la puntuación de cada variable que integra los componentes humano y animal. Además, se aplicó la siguiente fórmula: $BA=CA+CH$, donde BA representa el Bienestar Animal, CA el Componente Animal, y CH el Componente Humano. Los resultados obtenidos de cada componente (CA y CH) se clasificaron en: bajo (0 a 32 puntos), medio (33 a 65 puntos) y alto (66 a 100 puntos). De acuerdo con Castillo-Cuenca *et al.*, 2012, para evaluar el BA en un territorio dado (promedio del grupo), se utilizan los mismos criterios y se aplica la siguiente fórmula: $EBA_t = \frac{\sum BA}{n}$. Donde: EBA_t es la estimación del bienestar animal por territorio, $\sum BA$ es la sumatoria de los valores de bienestar animal de cada individuo, y n es la cantidad de individuos evaluados. El resultado obtenido se clasificó como bienestar animal por territorio bajo (0 a 67 puntos), medio (68 a 135 puntos) o alto (136 a 200 puntos). Finalmente se aplicó la fórmula de coeficiente de correlación de Spearman: $r_s = \frac{\sum x^2 + \sum y^2 - \sum d^2}{2 \sqrt{(\sum x^2 - \sum x)(\sum y^2 - \sum y)}}$, para determinar si existe o no asociación entre los componentes humano y animal.

Resultados

La observación directa y el uso de bitácoras en las visitas de seguimiento permitió evaluar de forma concreta las diferentes variables de los componentes humano y animal para calcular el bienestar animal de los caninos durante el entrenamiento por olfato. Componente humano. La evaluación en la selección de animales, entrenamiento y la buena convivencia fue positiva, se otorgó el valor máximo de 20/20 puntos. Ya que todos los caninos incluidos en el estudio tenían rasgos anatómicos y conductuales deseables para el fin zootécnico de detección por olores. Se reportó en las bitácoras que, previo al entrenamiento los animales tuvieron un rango de tiempo de juego entre 6 y 60 minutos con una media de 56.2 minutos, entrenaban con una rutina puntual y el área de entrenamiento como los ejercicios aplicados fueron los adecuados. Los animales no mostraron aversión por sus entrenadores, ni presentaron agresión hacia las personas que los rodeaban. Sin embargo, en la variable de socialización se les asignaron solamente 2/20 puntos con excepción de una de las hembras, ya que, al evaluar la relación entre los caninos, se observó rivalidad y agresión marcada entre los machos, y dos de las hembras. En la última variable de cuidado y bienestar se les asignó el valor mínimo de 2/20 puntos a todos los animales. A pesar de que, en la bitácora de limpieza se encontró que las jaulas individuales se lavaron con agua, jabón y cloro todos los días a las 7:00 horas y los baños individuales se reportaron entre cada 2 a 28 días, las bitácoras de medicación y reportes médicos indicaron en octubre del



2020, que 7/9 caninos presentaban diarreas y falta de apetito, mismos que se diagnosticaron con parasitosis por *Giardia spp.* por medio de coproparasitoscópicos, hemogramas y química sanguíneas. Además 1/9 canino presentó un grado leve de deshidratación. Los caninos recibieron terapéutica integral, con tratamiento sistémico, limpieza y desinfección constante de las áreas de acuerdo con la literatura actual con resultados favorables. Cuatro meses después, se identificó que 4/9 caninos presentaron trombocitopenia, leucocitosis y presencia de mórulas en el citoplasma celular en el frotis sanguíneo, además de disminución de la condición corporal, linfadenomegalia y fiebre. El diagnóstico presuntivo fue infección por transmisión de vectores como *Ehrlichia canis* o infecciones rickettsiales. En esta segunda ocasión, los animales descansaron por 21 días y se les administró el tratamiento integral para enfermedades de transmisión por vector, recomendada por su médico veterinario responsable, también con resultados favorables. Finalmente, se observaron otros problemas de salud como heridas en los miembros, deshidratación leve, disminución en la ingesta de alimento y condición corporal de 2 / 5 durante los periodos que cursaron ambas enfermedades. Para el control de enfermedades se desinfectaron las jaulas diariamente y los animales se bañaron cada 10 días por 3 ocasiones. Además de la aplicación medidas preventivas como no intercambiar espacios, no permitir la entrada a animales nuevos, permitió estabilizar la salud de los animales de forma adecuada. Al integrar la información en la evaluación del componente humano, la mayoría de los caninos 8/9, obtuvieron un valor de 64/100 puntos, clasificando su bienestar como “medio”, solo 1/9 obtuvo la categoría “alta”.

Discusión

La recolección de las variables a evaluar, lo realizó la misma persona certificada que estaba a cargo del entrenamiento y cuidado de los animales, ya que existen diferentes enfoques para la recolección de información para la evaluación del bienestar animal. La herramienta de evaluación fue rápida, práctica y fácil de usar, usando parámetros basados en animales y en variables ambientales, concordando con lo sugerido por (Whitham & Wielebnowski, 2013), quienes señalan que las herramientas deben ser utilizadas por profesionales experimentados en el cuidado de animales, ya que deben detectar cambios sutiles en el comportamiento y condiciones individuales.

Conclusión

La metodología para la evaluación del bienestar animal aplicada a caninos en entrenamiento por olfato determinó una categoría confiable y adecuada a los animales evaluados debido a la relación que existe entre las variables de los componentes humano y animal, misma que fue confirmada por la aplicación de la correlación de



Spearman con resultados estadísticamente significativos. Se recomienda que la observación y la implementación de las bitácoras se realicen por profesionales multidisciplinarios enfocados al cuidado de los animales.

Bibliografía

- BROOM M. 2011. Bienestar animal: conceptos, métodos de estudio e indicadores. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 24(3):306–321. ISSN: 0120-0690. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=295022382010>
- CASTILLO-CUENCA C, Poblador-Hernández M, Cepero-Rodríguez O, Pérez-Bello A. 2012. Metodología para estimar el bienestar animal en perros y gatos como principales animales de compañía. Revista electrónica de Veterinaria.13(6):1–28.ISSN:1695-7504.<https://es.calameo.com/read/0054495663a4929b0bc19>
- Lazarowski, L., Sarah Krichbaum, S. DeGreeff, L., Simon, A., Singletary, M., Angle, C., Waggoner, L. 2020. Methodological Considerations in Canine Olfactory Detection Research. *Frontiers in veterinary science*, 7, 408.
- MUÑOZ-RASCÓN P, Morgaz-Rodríguez J, Galán-Rodríguez A. 2021. Manual clínico del perro y el gato. Barcelona, España. Editorial Elsevier España, S.L.U. Pp. 48-54. ISBN: 978-84-9113-838-9.
- POLGÁR Z, Blackwell J, Rooney J. 2019. Assessing the welfare of kennelled dogs-A review of animal-based measures. *Applied Animal Behaviour Science*. 213:1–13. ISSN: 01681591. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.02.013>
- RODRÍGUEZ-MARTÍN, JL, Casado-Collado, A. 2002. Doble ciego. El control de los sesgos en la realización de ensayos clínicos. Contradicciones, insuficiencias e implicaciones. *Medicina Clínica*. 118(5):192-195. ISSN: 0025-7753 <https://fddocuments.co/document/doble-ciego-el-control-de-los-sesgos-en-la-realizacion-de-ensayos-clinicos.html?page=1>
- SEJIAN V, Lakritz J, Ezeji T, Lal R. 2011. Assessment methods and indicators of animal welfare. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*. 6(4):301–315. ISSN: 16839919. <https://doi.org/10.3923/ajava.2011.301.315>



-
- GRANDIN T, Rollin B, Stafford J, Mellor D, Vogel K, Rushen J, Pasillé M, Edwards L, Widowski T, Woods J, Karreman H, Fulvinder W. 2021. Improving animal welfare: a practical approach. Boston, MA. USA. Editorial CAB International. Pp.19. https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=wXcREAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR3&dq=Grandin,+T.+2021.+Improving+Animal+Welfare:+A+Practical+Approach.+CABI+3rd+Edition.+441+&ots=TCKqB6t25T&sig=fX20SCFwPSZYfqLZI6eQEQi6JTQ&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
 - VAN DER HARST E, Spruijt BM. 2007. Tools to measure and improve animal welfare: reward-related behaviour. *Animal Welfare*. 16(5):67–73. ISSN: 09627286. https://www.researchgate.net/publication/27708558_Tools_to_measure_and_improve_animal_welfare_Reward-related_behaviour
 - VEWHITHAM C, Wielebnowski N. 2013. New directions for zoo animal welfare science. *Applied Animal Behaviour Science*. 147(3–4):247–260. ISSN: 01681591. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.02.004>



Área Ciencias Agroforestales



Clave 2023-1AF

Diversidad ecogeográfica y morfológica de maíces nativos de las altas montañas de Veracruz, México

Gregorio Hernández-Salinas¹, Cristal Arany Guerrero-Ortiz¹, Emmanuel de Jesús Ramírez-Rivera¹, Rubén Purroy Vásquez¹, Sergio Ignacio Gallardo Yobal¹, Fernando López-Morales²

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, Km. 4 Zongolica Carretera a la Compañía S/N, Tepetitlanapa, 95005, Zongolica, Veracruz, México. ²Manejo Sostenible de Agroecosistemas-Instituto de Ciencias-Benemérita Universidad Autónoma de Puebla-EcoCampus Valsequillo. Edificio VAL1, Carretera a San Blatazar Tétela km. 1.7, San Pedro Zacachimalpa, Puebla. CP. 72960. E-mail (gregorio_hs@zongolica.tecnm.mx; cristal_guerrero_ias@zongolica.tecnm.mx; ejramirezrivera@zongolica.tecnm.mx; rubenpurroy2000@gmail.com; sergio_gallardo_pd@zongolica.tecnm.mx; Fernando.lopez@colpos.mx).

México es considerado el centro de origen, domesticación y diversificación del maíz (*Zea mays* L.), y mundial, nacionalmente es considerado el cereal más importante, debido a la importancia en la seguridad alimentaria de la población humana. La presente investigación se realizó para determinar la diversidad ecogeográfica y morfológica *in situ*, con énfasis en la mazorca, de maíces nativos en Las Altas Montañas de Veracruz, México. Se muestrearon mediante el método no probabilístico Bola de Nieve a 13 municipios de Las Altas Montañas, logrando recolectar 153 muestras de maíz nativo, las cuales fueron caracterizadas mediante variables cualitativas y cuantitativas bajo los descriptores CIMMYT-IBPGR. Las 153 muestras recolectadas pertenecen a las razas: Chalqueño, Chiquito, Comiteco, Cónico, Elotes Cónicos, Olotillo, Olotón, Tepecintle, Tuxpeño y Zapalote Grande. Los datos obtenidos de las razas de maíz fueron analizados mediante estadística descriptiva, en tanto que, los geográficos se superpusieron en capas (formato vectorial) de altitud y climas. La raza de maíz Tuxpeño sobresalió por tener el mayor promedio en peso de mazorca con 148.58 g; mientras que, Comiteco presentó poblaciones con mayor longitud de mazorca con 19.33 cm. Elotes cónicos destacó con diámetro de mazorca promedio de 43.18 mm. La mayor variabilidad de color se presentó en la raza Tepecintle ostentando granos de color blanco, amarillo, morado, rojizo y jaspeado. Se encontró una amplia variación morfológica en 10 razas de maíces de Las Altas Montañas de Veracruz, reflejada en color, forma, dimensiones de mazorcas y grano. Además, se localizaron en climas templados, semicálidos y cálidos a un gradiente altitudinal de los 72 (población de Tuxpeño) a los 2629 (población de Cónico) m, recomendando a los productores de maíz nativo a su conservación y aprovechamiento sustentable de la diversidad



morfológica, geográfica y climática de este germoplasma que, sin duda alguna, podrían ser fuente de genes para los programas de mejoramiento genético de este cultivo.

Agradecimientos: Al Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (COVEICYDET) por el financiamiento económico de la presente investigación, con clave 151359/2021.

Capítulo Temático: Ciencias Agrícolas



Clave 2023-2AF

Control preventivo del cáncer bacteriano mediante la aplicación de agua electrolizada en el cultivo de tomate

Damián Salvador Rangel Campos¹, Tarsicio Medina Saavedra¹, Lilia Mexicano Santoyo², María Isabel García Vieyra¹, Adriana Mexicano Santoyo³

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, ds.rangelcampos@ugto.mx, tarsicioms@hotmail.com, Isabel.garcia@ugto.mx. ² División de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Roque, Km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, Apartado Postal 508, C. P. 38110, Celaya, Gto. lilia_lasalle@hotmail.com. ³ División 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. mexicanao@gmail.com. *Autor de correspondencia: lilia_lasalle@hotmail.com.

Resumen

Clavibacter michiganensis subsp *michiganensis* causa la enfermedad del cáncer bacteriano en el cultivo de tomate. En la planta causa el marchitamiento unilateral y en el fruto, manchas negras con un halo llamado ojo de pájaro. Para el tratamiento de esta enfermedad se utilizan compuestos que pueden generar fitotoxicidad en la planta y resistencia en el patógeno. Una alternativa en el control de *Clavibacter* es el uso de agua electrolizada oxidante, ya que ha mostrado tener efecto bactericida en condiciones in vitro. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de agua electrolizada oxidante como tratamiento preventivo del cáncer bacteriano en el cultivo de tomate. Para lo cual, se aplicaron tratamientos preventivos en plantas de tomate que consistieron en T1: Agua electrolizada oxidante, T2: Bactericida comercial (Kasumin), T3: Plantas sin tratar. Durante la etapa vegetativa se midieron las variables de diámetro de tallo, número de hojas, número de racimos y altura de la planta, además se determinó la severidad y el Log₁₀(UFC/g de muestra) en las plantas. Los resultados muestran que el mayor diámetro de tallo se obtuvo en T1 (1.49 ± 0.28), en cuanto al número de hojas no se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos ($P < 0.05$), el menor número de racimos y la menor altura se observó en T3. La menor severidad fue observada en T1 en comparación con T2 y T3, finalmente el valor más bajo de poblaciones bacterianas se obtuvo en T1. Por lo tanto, se concluye que el agua electrolizada oxidante podría ser una alternativa para ser aplicada en plantas de tomate para reducir el daño causado por la enfermedad del cáncer bacteriano.

Palabras clave. Agua electrolizada oxidante, fitopatógeno, *Clavibacter michiganensis*



Clave 2023-3AF

El programa sembrando vida: ¿Es viable esta política social de fomento productivo, más allá de esta administración?



Clave 2023-4AF

Presencia de áfidos del género *Rhopalosiphum* (Hemiptera: Aphididae) en *Zea mays* (L.) y *Cucurbita argyrosperma* (Huber)

Miguel Ángel Ramírez-Guillermo^{1*}, Sabel Barrón-Freyre¹, Mario Rodríguez-Cuevas y Izamar López-Domínguez²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias-Campo Experimental Huimanguillo, km 1 carretera Huimanguillo-Cárdenas. Huimanguillo, Tabasco. Méx. ²Campo Experimental Centro de Chiapas, CIRPAS-INIFAP, km. 3 carretera Ocozocoautla-Cintalapa, Ocozocoautla, Chiapas, México. ²Laboratorio de Fitopatología CEHUI. *Autor para correspondencia: ramirez.miguel@inifap.gob.mx

Resumen

Desde épocas antiguas hasta la actualidad, el maíz (*Zea mays* L.) representa la fuente de energía en la dieta humana. Las semillas de la chihua (*Cucurbita argyrosperma* Huber) son importante fuentes de proteínas, vitaminas y calorías. En el estado de Tabasco, México ambos cultivos son de importancia socioeconómica y cultural. Los cultivos por plagas y enfermedades que causan graves daños en la producción, entre ellos los áfidos o pulgones que se encuentran en las regiones tropicales. El objetivo fue identificar los áfidos presentes en *Z. mays* y *C. argyrosperma*. Los especímenes se colectaron en viales con alcohol al 70% y fueron montados en bálsamo de Canadá. La descripción taxonómica indica la presencia de dos especies del género *Rhopalosiphum* (Hemiptera: Aphididae). En maíz se notó mayor presencia de *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) y pocos individuos de *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus), caso contrario en la chihua *R. padi* (Linnaeus) fue la población dominante.

Palabras clave: *pulgón, chihua, trópico*

Abstract

Corn (*Zea mays* L.) and chihua squash seeds (*Cucurbita argyrosperma* Huber) are sources of protein, vitamins and calories in the human diet, since ancient time. In Tabasco, Mexico, these crops are both cultural and socio-economic importance. Pests cause serious damage to production. The objective was to identify the observed aphids in *Z. mays* and *C. argyrosperma*. Specimens were collected in vials containing 70% alcohol and mounted in Canada balm. Two species of the genus *Rhopalosiphum* (Hemiptera: Aphididae) were identified according to the taxonomic description. A greater presence of *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) and few individuals of *Rhopalosiphum padi*



(Linnaeus) were observed in *Z. mays*, otherwise *R. padi* (Linnaeus) was the dominant population in *C. argyrosperma*.

Keywords: aphids, chihua squash, tropics

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) y la calabaza chihua (*Cucurbita argyrosperma* Huber) son cultivos de importancia en el estado de Tabasco. De acuerdo con el reporte del USDA el Consejo Internacional de Cereales estimó una producción de maíz para el 2021/2022 de 2,287 millones de toneladas y un consumo de 2,280 millones. A nivel mundial México es el séptimo productor de maíz con 27.6 millones de toneladas. El estado de Tabasco siembra 88,430 mil hectáreas de maíz en donde se cosechan 169,173 mil toneladas al año, involucrando a 35 mil productores (SIAP, 2023). En el caso de la calabaza chihua, es una planta anual que se cultiva bajo un sistema tradicional, durante el año 2020 se estableció 8.487 hectáreas, con un rendimiento de 3.9 toneladas con valor de \$ 115,976 miles de pesos. Ambos cultivos son afectados por plagas y enfermedades que causan graves daños en la producción.

Entre los insectos plagas, los áfidos o pulgones tienen su origen en zonas templadas, se han adaptado a los trópicos y tienen una amplia distribución geográfica; de importancia agrícola y económica debido a que causan daños y limitan la producción de los cultivos agrícolas y otras plantas. Actualmente se han descrito 4 700 especies, agrupadas en 600 géneros. En México se han registrado 205 especies y el 25% es de importancia agrícola (Rosales-López *et al.*, 2013) y se reportan parasitoides, depredadores y entomopatógenos como agentes de control biológico. De acuerdo con Wiest *et al.* (2020) los áfidos, tanto en su fase de ninfa como de adulto causan daños directos e indirectos en la planta hospedera durante su alimentación. Por su hábito de alimentación picador-chupador. El daño directo se da a través de succión de nutrientes de la planta, para ello insertan su estilete a la planta en donde succionan savia para alimentarse e inyectan compuestos tóxicos que causan una clorosis y necrosis de la parte afectada de la planta. El daño indirecto ocurre ya que actúan como vectores de virus, así mismo están estrechamente asociados con microorganismos y endobacterias. La gravedad del daño depende de la densidad de la población y la habilidad de la planta a tolerar altos niveles de la población. La dinámica poblacional de los áfidos puede ser afectado por factores bióticos (planta resistente, presencia de enemigos naturales parasitoides, depredadores y entomopatógenos) y abióticos (temperatura, humedad y luminosidad). La temperatura es un factor importante que determina el crecimiento y reproducción del insecto y de la población. De manera general, el ciclo de desarrollo de los pulgones va de 8 a 14 días, con dos generaciones de 1.4 crías/día



durante 20 días, con temperaturas entre 15-25°C existe una mayor fecundidad ya que alcanzan la madurez sexual en menor tiempo y se nota baja mortalidad, contrario cuando las temperaturas se incrementan. El objetivo del trabajo fue identificar los áfidos presentes en plantas de *Z. mays* y *C. argyrosperma*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el ciclo otoño-invierno del 2021-2022 se establecieron parcelas de *Z. mays* y *C. argyrosperma* en el Campo Experimental Huimanguillo, localizado entre las coordenadas 17° 51.08' Latitud Norte y 93° 23.80' Longitud Oeste. El suelo del sitio es Fluvisol éutrico, de textura franco arcilloso-arenosa, pH de 5.8, materia orgánica (3.2 %), nitrógeno total 0.12%, fósforo 9.85 mg kg¹ y potasio 0.25 cmol kg¹. El clima, cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (Am), con precipitación promedio anual de 2032 a 2500 mm y temperatura promedio anual de 27°C, máxima anual 36°C y mínima anual de 18.5°C (INEGI, 2023). El establecimiento de los cultivos fue de forma manual de acuerdo a los manuales de producción del INIFAP-Huimanguillo. El arreglo topológico para maíz fue de 0.80 metros en surco y 0.40 m entre plantas para una densidad de 62,500 plantas/ha y se estableció el 17/12/2021. La calabaza chihua fue de 3.2 m entre hileras y 1 m entre plantas, se estableció el 20/12/2021. La fertilización a base de lixiviados tanto al suelo y follaje. Se colectaron cinco plantas de *Z. mays* y dos hojas de cinco plantas de *C. argyrosperma* con presencia de áfidos para realizar la identificación del género y especie causante de los daños. Los especímenes se colectaron en viales con alcohol al 70%; a los 54 días después del establecimiento del maíz y 51 días para la calabaza chihua. Montaje y la descripción taxonómica de los áfidos, se realizó utilizando el método propuesto por Noordam, (2004) y Simbaqueba *et al.* (2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En ambos cultivos se encontraron dos especies del género *Rhopalosiphum* (Hemiptera: Aphididae) (Fig. 1). En maíz se notó mayor presencia de *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) (Fig. 1a) y pocos individuos de *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus) (Fig. 1b), caso contrario en la calabaza chihua en donde *R. padi* (Linnaeus) fue la población dominante. Se notó la presencia de momias de *R. padi* con apertura de salidas de su depredador y en otras momias con presencia de larvas en proceso de desarrollo.

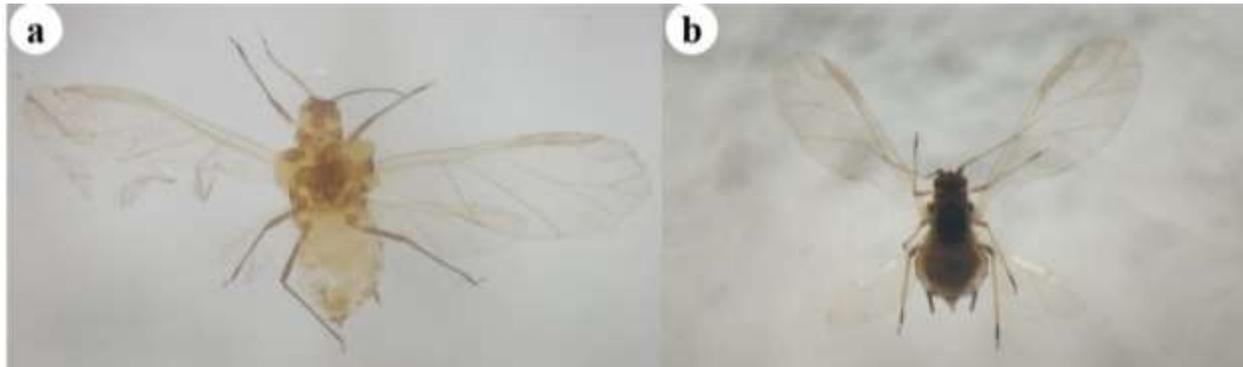
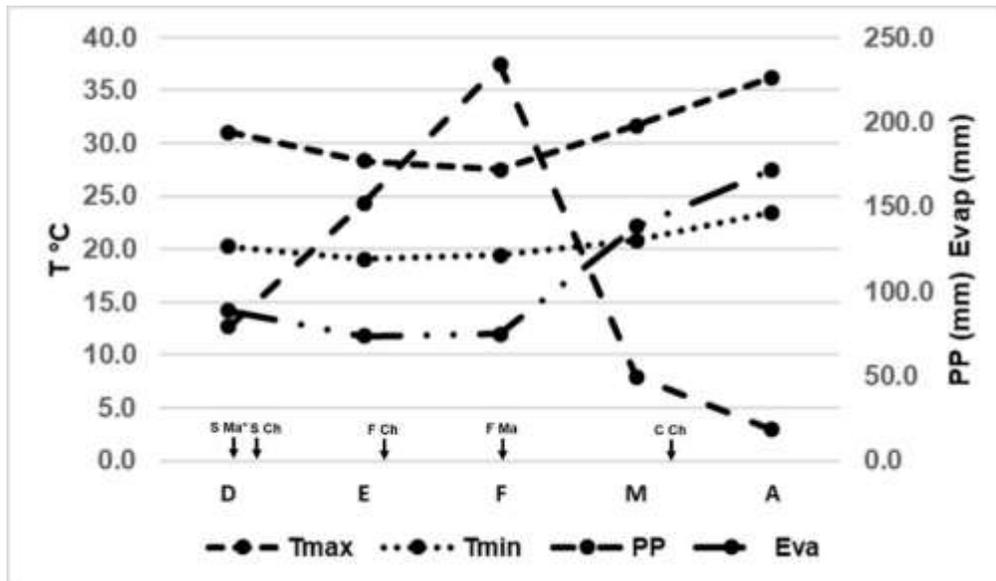


Figura 1. Adulto alado: a) *R. maidis*; b) *R. padi* (Foto de M. A. Ramírez G.).

R. maidis (Fitch) también nombrado pulgón del cogollo, de color verde olivo a verde azulado, de 1.4 a 2.0 mm de largo y de 0.5 a 0.7 mm de ancho, el largo de la antena de 0.5 a 0.7 mm. Presenta sífúnculos cortos, cauda digitiforme corta, frente sinuosa, antena con seis artejos, el VI con el proceso terminal dos veces más largo que la base. En México se reportó por primera vez en 1959, actualmente afecta a los cultivos de cebada, sorgo, trigo, arroz y maíz, es un vector importante del virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV) y el virus del mosaico en caña de azúcar. Para el estado de Tabasco, Risch y Carroll, (1982) indican afectación de áfidos en *Z. mays* y *C. moschata* en el municipio de Cárdenas.

Durante el desarrollo fenológico y hasta la cosecha de ambos cultivos se registró una precipitación total de 533.4 mm, la temperatura máxima oscilo entre 27.5 a 36.2°C en tanto que la mínima fue de 19.1 a 23.5°C, esto indica que ambos áfidos encontraron ambientes ideales para su desarrollo y reproducción (Fig. 2). En el maíz el daño en las hojas se presentó a los 54 días de su establecimiento. La calabaza chihua inicio la floración a los 40 días y a los 9 días posteriores se observaron los áfidos en el envés de la hoja y otros órganos. De enero-febrero 2022 la evaporación fue baja de 73.9 a 74.8 mm con un promedio diario de 2.4 a 2.7 mm respectivamente, a diferencia, en marzo se incrementó a 4.5 mm por día. La baja evaporación y la presencia de humedad por lluvias es un indicador para asumir que la planta no se encuentra en estrés hídrico, a diferencia de una alta evaporación con baja precipitación puede crear condiciones para que la planta presente síntomas de estrés hídrico.



Nota: * S Ma: Siembra maíz-chihua; F Ch: Floración chihua-maíz; C Chi: Cosecha chihua-maíz.

Figura 2. Condiciones ambientales presentes en el CEHUI, para ambos cultivos del estudio.

CONCLUSION

Las especies de áfidos colectados en *Z. mays* corresponden en mayor número de individuos a *R. maidis* y solo algunos a *R. padi* los cuales se asociaron al daño más evidente que resulto en la clorosis de las hojas. En cuanto a *C. argyrosperma* el individuo causante de la clorosis y amarillamiento de las hojas fue *R. padi* y solo se encontraron algunos individuos de *R. maidis* entre las poblaciones. Se encontraron evidencias de parasitismo en *R. padi* ya que se examinaron momias con larvas de parasitoides.

AGRADECIMIENTOS

Al INIFAP por el apoyo otorgado al proyecto "Producción y evaluación de fertilizantes a base de excretas de animales en cultivos tropicales" SIGI: 1833235808.

BIBLIOGRAFÍA

- INIEGI, 2023.
<https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/tab/territorio/clima.aspx?tema=me&e=27> (consultado el 30 de enero 2023).
- Noordam, D. 2004. Aphids of Java. Part V: Aphidini (Homoptera: Aphididae). Zool. Verh. Leiden 346: 7-212
- Risch, S. J. y C. R. Carroll. 1982. Effect of a keystone predaceous ant, *Solenopsis geminata*, on arthropods in a tropical agroecosystem. Ecology, 63(6): 1979-1983.



-
- Rosales-López, A., M. Flores-Dávila, L.A. Aguirre-Uribe, R. González Villegas, N. Villegas-Jiménez y H.E. Vega-Ortíz. 2013. Diversidad de áfidos (Hemiptera: Aphididae) en el sureste de Coahuila. *Rev. Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(7): 987-997.
- SIAP, 2023. https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/ (consultado el 30 enero 2023).
- Simbaqueba, R., F. Serna y F.J. Posada-Flórez. 2014. Curaduría, morfología e identificación de áfidos (Hemiptera: Aphididae) del museo entomológico UNAB. Primera aproximación. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat.*, 18(1): 222-246.
- Wiest, R., J.R. Salvadori, J.M.C. Fernandes, D. Lau, W. Pavan, W.R. Zanini, J. Toebe and A.T. Lazzaretti. 2020. Population growth of *Rhopalosiphum padi* under different thermal regimes: an agent-based model approach. *Agricultural and Forest Entomology*, DOI: 10.1111/afe.12.



Clave 2023-5AF

Efecto de aplicaciones de bioestimulantes en el cultivo de la fresa (*Fragaria vesca*), bajo condiciones controladas

Rigoberto Espino Herrera (rigoberto.eh@purhepecha.tecnm.mx), Yukupitzia Sanchez Campanur (yukupitzia.sc@purhepecha.tecnm.mx) Jesus Santiago Gregorio (jesus.sg@purhepecha.tecnm.mx), Norma Lidia Valdovinos Rivera (norma.vr@purhepecha.tecnm.mx)

RESUMEN

Existen diferentes factores bióticos y abióticos que pueden afectar el crecimiento y desarrollo de las plantas, por lo que se deben buscar alternativas innovadoras para mejorar la resistencia a los tipos de estrés adversos para ello la aplicación de bioestimulantes puede tener respuesta favorable.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la influencia y efectividad de bioestimulantes en la producción de fresa, bajo condiciones protegidas, así como el rendimiento, contenido y eficiencia de uso del agua (EUA).

El experimento se estableció bajo condiciones controladas de invernadero del Instituto Tecnológico Superior Púrhepecha, localizado en Cheran, Mich., en el periodo agosto-diciembre del 2022, bajo un diseño experimental completamente al azar se estudiaron tres tratamientos T1Floraestar®, T2 Engordone® T3 Testigo, con intervalos de aplicaciones cada 8 días, por etapa fenológica del cultivo.

Los resultados obtenidos indican que el mejor tratamiento aplicado fue el T₂ Engordone®, debido a que favoreció un mayor peso de fruto, así como ligeramente nivel de concentración de grados brix, mayor número de hojas lo que favorecieron que presentaran un mejor comportamiento y adaptación, así como una mayor tolerancia al estrés, en relación a los demás tratamientos que probablemente su efecto fue menor al T₂ obedecen a su composición y naturaleza, por lo que se puede concluir que el uso de los bioestimulantes influyen en la tolerancia para reducir los efectos de los estrés, por lo que considera una técnica innovadora para mantener el crecimiento y rendimiento en el cultivo de la fresa frente a condiciones adversas.

Para cada variable analizada se calculó un análisis estadístico mediante el análisis de varianza con un 95 % de probabilidad, para determinar las diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados y así como las diferencias $EE \leq$.

Palabras claves: Biostimulantes, fresa, efecto y ambiente



Clave 2023-6AF

La injertación en chupones basales en plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) como método de rehabilitación

Alfonso Azpeitia Morales¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Huimanguillo. Autor de correspondencia: azpeitia.alfonso@inifap.gob.mx

Palabras clave: Cacao, *Theobroma cacao* L., Rehabilitación.

Introducción. El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en México es una de las cadenas que se desarrolla en una superficie de 52,993.90 hectáreas cultivadas, produciendo 28,105.84 toneladas en el año 2021 (SIAP, 2022). En Tabasco existen 34,260.50 ha, donde se producen 17,409.92 t, y en Chiapas hay 18,475.90 ha que producen 10,404.21 t (SIAP, 2022).

En México las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.) se encuentran establecidas con genotipos del tipo amelonado (70 %), calabacillo (26 %) y criollo (4 %), los cuales se propagan por semilla (Azpeitia, 2019). El cacao generalmente es propagado por la vía sexual por semilla. Las plantaciones en Tabasco presentan una alta heterogeneidad genética debido al método de propagación por semilla (García et al. 2022), debido al método de propagación por semilla de este cultivo. Actualmente en el estado de Tabasco, las plantaciones de cacao rebasan los 90 años, por lo que es necesario de disponer de un método para la rehabilitación parcial o total de una plantación. La rehabilitación es el proceso para recuperar o reactivar la producción, cambiando o conservando el mismo material genético.

La clonación de arboles de cacao por medio de injertos es factible, el cual puede garantizar la homogeneidad genética, mayor rendimiento y calidad de grano. De acuerdo a Echeverri (2013), menciona varias formas de rehabilitar una plantación puede ser por: a) Poda severa, b) La injertación de chupones basales, d) Rehabilitación de plantaciones abandonadas, y c) injertación en el tallo principal.

Con base a lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue: Evaluar dos métodos de injertación para la rehabilitación en plantaciones de cacao.

Materiales y Métodos

Tratamientos en estudio: Fueron seleccionadas plantas de 20 años de edad correspondientes al genotipo ICS 95. Este estudio se realizó en el banco de germoplasma de cacao del campo Experimental Huimanguillo durante el mes de agosto de 2022. Estos tratamientos fueron establecidos bajo un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 2x4, donde el factor A estuvo constituido



por el tipo de injerto: 1) Injerto de púa en chupón basal. Este se realizó a 10 cm del suelo aproximadamente y 2) Injerto de púa en el tallo de la planta adulta. Este se realizó aproximadamente a 1 m del suelo. El factor B fue establecido con las variedades: UF 29, EET 96, IMC 67 y EET 95. Fueron establecidos ocho tratamientos y con 10 repeticiones por tratamiento. Las variables a medir fueron: a) porcentaje de prendimiento después de 30 días y b) porcentaje de eficiencia por tipo de injerto. Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey (0.05).

Resultados

En el Cuadro 1 se muestran los porcentajes de prendimiento en ambos tipos de injerto. Los resultados muestran variación en el porcentaje de prendimiento entre variedades, destacando la variedad EET 95 con 100% de prendimiento en chupón basal, mientras que la variedad IMC 67 presentó solo el 50 % de prendimiento. En cuanto a el injerto en el tallo del árbol, este presentó un máximo de prendimiento del 50% con EET 95. Los resultados más bajos en prendimiento en este tipo de injerto fueron encontrados en el genotipo IMC 67 con solamente el 10%.

La mayor eficiencia de prendimiento se encontró en un 80% en los injertos de chupón basal, contra 34 % de injertación en injertos de púa. En la Figura 1 se muestran los injertos prendidos bajo los métodos de chupón basal y púa. La rehabilitación de plantaciones de cacao avejentadas es una de las prácticas de manejo que se debe implementar para su rejuvenecimiento, incrementar el rendimiento y mejorar la calidad de grano.

De acuerdo con Yacomelo-Hernández et al. (2021), los resultados por medio de injertos

Cuadro 1. Porcentaje de prendimiento en injerto de púa e injerto de chupón basal en cuatro variedades de cacao.

Variedad	Porcentaje de prendimiento de injertos de púa en chupones basales	Porcentaje de prendimiento de injertos de púa en el tallo
UF 29	84 b	40 b
EET 96	84 b	34 c
IMC 67	50 c	10 d
EET 95	100 a	50 a



Figura 1. Injerto en chupón basal correspondiente a la variedad IMC 67 y en el tallo correspondiente a la variedad EET 96.

han mostrado un efecto favorable en recuperar el rendimiento, sobre todo con el injerto lateral, proporcionando mayor precocidad de los árboles comparado con el injerto en chupón basal. En los resultados del presente trabajo se muestra un mayor porcentaje de prendimiento de injertos de púa en chupones basales, lo que significa lograr el rejuvenecimiento de las plantas de cacao tal como ha sido reportado por Yacomelo-Hernández et al. (2021), sin embargo, aún es necesario seguir evaluando su comportamiento para evaluar su rendimiento. La edad avanzada de las plantaciones de cacao en el estado de Tabasco es un factor que a la fecha significa un bajo rendimiento de aproximadamente 350 kg/ha. En la actualidad, se requieren programas de renovación o rehabilitación de plantaciones viejas, por lo que esta estrategia podrá recomendarse a programas de gobierno y sobre todo el uso de genotipos mejorados para incrementar rendimiento y calidad de grano en al menos 1 ton/ha.

Adicionalmente al envejecimiento de las plantaciones de cacao, los árboles al ser propagados por semilla no tienen la misma capacidad de producción, debido a sus variaciones genéticas (Quiroz y Amores, 2002), por lo tanto es importante dentro de un programa de renovación de plantaciones el uso de injertos en chupones basales de cacao con genotipos mejorados y conocidos por su rendimiento y calidad de grano. Recientemente, en el INIFAP se está implementando un jardín de yemas de variedades



seleccionadas de cacao, donde en un futuro cercano se dispondrá de material vegetativo para renovación de plantaciones que garanticen mayor calidad de grano y resistencia a enfermedades.

Conclusiones. Con base a los resultados encontrados se concluye que los injertos realizados en chupón basal puede ser un método recomendado para la rehabilitación de plantaciones viejas ya que permite tener una eficiencia del 80% de prendimiento en las cuatro variedades en estudio.

Agradecimientos. Al INIFAP por el financiamiento a través del proyecto con número SIGI: 1030635440.

Referencias bibliográficas.

- Azpeitia Morales, A., Gasca González, H. A., & Villordo Pineda, E. (2017). Relaciones de parentesco en híbrido F1 de cacao (*Theobroma cacao* L.) por marcadores moleculares. *Acta universitaria*, 27(6), 66-77.
- Chacón de Ramírez I., C. Ramis y C. Gómez (2011) Descripción morfológica de frutos y semillas del cacao Criollo Porcelana (*Theobroma cacao* L.) en el sur del Lago de Maracaibo. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 28:1-13.
- Echeverri, J. 2013. Tecnología Moderna en la Producción de cacao 3: Manual para productores orgánicos. Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 26p
- SIAP. (31 de Julio de 2022). SAGARPA. Obtenido de https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/
- Quiroz V. J. y Amores F. 2002. Rehabilitación de plantaciones tradicionales de cacao en Ecuador. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)*, 63: 73 - 80.
- Yacomelo-Hernández M. J., Córdoba-Gaona O. de J., Redondo-Herrera V. M., Hernández-Arredondo J. D., Arenas-Rubio I. y Pérez-Artiles L. 2022. Prácticas de renovación y rehabilitación de plantaciones improductivas de cacao: estrategias para mantener la producción en Colombia. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 44 (4): 625-633.



Clave 2023-7AF

Control *in vitro* de enfermedades radicales con cepas nativas de *Trichoderma*

Petra Andrade Hoyos¹, José Alberto Urrieta Velázquez², Ángel Gabriel García Gómez³, Aarón Mendieta Moctezuma⁴, Eduardo Molina Gayosso³, Marian Guadalupe Hernández Arenas¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Zacatepec. Carretera Zacatepec-Galeana s/n, km 0.5, Colonia IMMS, Zacatepec 62780, C.P. Morelos, México. andrade.petra@inifap.gob.mx hernandez.marian@inifap.gob.mx ²Agricultura Protegida. CENID-RASPA, INIFAP. Margen Derecho Canal de Sacramento Km. 6.5 Margen derecho canal de Sacramento S/N, Ejido Las Huertas, Gómez Palacio, Durango, México. urrieta.jose@inifap.gob.mx

³Ingeniería en Biotecnología-Universidad Politécnica de Puebla. Tercer carril del ejido Serrano s/n, San Mateo Cuanalá, Juan C. Bonilla, Puebla. CP. 72640. angel_ga_go_ga@hotmail.com eduardo.molina@uppuebla.edu.mx ⁴Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, Instituto Politécnico Nacional, Carretera Estatal Santa Inés Tecuexcomac-Tepetitla, Km 1.5, 90700, C.P. Tlaxcala, México. amendietam@ipn.mx

Antecedentes

La agricultura es una de las actividades humanas más importantes para la supervivencia, ya que con ella el humano se alimenta, se viste y satisface sus necesidades básicas (Arroyo, 2008). Al pasar del tiempo y por necesidad, se logró un gran incremento tecnológico-productivo, por lo que las técnicas usadas en estas fueron demandando masivas cantidades de insumos de alto costo, tales, como plaguicidas, fertilizantes, combustibles fósiles, maquinarias y agua para riego, por lo que está siendo cuestionada su factibilidad ya que ha mostrado una serie de cambios drásticos ecológicos, económicos y sociales, derivados de las prácticas modernas de producción. Actualmente, se buscan alternativas de producción agrícola de alimentos sin que repercutan en el ambiente, sin embargo, es un reto para los productores cambiar los sistemas convencionales de producción agraria a sistemas más sanos agroecológicamente hablando, en su forma más productiva con el interés de lograr aumentos significativos en los rendimientos, calidad de los cultivos y reducir el impacto negativo de los agroquímicos en el ambiente (Sarandón y Flores, 2014; Gutiérrez *et al.*, 2013).

Entre los problemas que enfrenta la agricultura, las enfermedades de las plantas, causadas por hongos, virus, nematodos y bacterias provocan graves pérdidas en los cultivos de importancia agrícola. El uso de hongos antagonistas en el control de enfermedades y plagas minimiza los efectos secundarios sobre el resto de los organismos, el medio ambiente y la salud humana; debido a las ventajas mencionadas, cada vez hay más productos comerciales de biocontrol basados en el uso de hongos, disponibles o en desarrollo, tal es el caso de *Trichoderma* spp. (Mukhopadhyay y



Kumar, 2020; Andrade-Hoyos *et al.*, 2020; Rodríguez-González *et al.* 2018). *Trichoderma* es un género de hongos típicos anaerobios facultativos y cosmopolitas que suele encontrarse donde hay material vegetal en descomposición, principalmente de tipo celulósico, se encuentra distribuido ampliamente en los suelos agrícolas, forestales y tropicales (Samuels, 1996; Hermosa *et al.*, 2014; Kubicek *et al.* 2009 y Jaklitsch, 2009). La primera mención sobre el género *Trichoderma* fue en 1794 por Persoon, años posteriores Cook y Baker describieron el género *Trichoderma* como un habitante común del suelo (Mukhopadhyay y Kumar, 2020). *Trichoderma* comprende un género de hongos filamentosos, saprofitos, avirulentos y simbioses oportunistas de las plantas, que habitan principalmente en el suelo. *Trichoderma* spp. cuyos miembros no presentan un determinado estado sexual, ya que la mayoría de las cepas se adaptan a un ciclo de vida asexual (Harman, 2004; Ferreira *et al.* 2021). Muchas especies del género *Trichoderma* actúan como bioagentes contra varios patógenos vegetales del suelo y foliar. *T. harzianum*, *T. koningii*, *T. viride*, *T. atroviride*, *T. pseudokoningii*, *T. longibrachiatum*, *T. hamatum*, *T. polysporum* y *T. reesei* son las especies más importantes, que actúan como antagonistas potenciales (Monaco *et al.* 1991).

Justificación

El uso inadecuado de agroinsumos sintéticos han causado problemas a la salud humana y contaminación de los agro-ecosistemas, por lo que la producción de alimentos está cambiando a sistemas más sustentables para reducir el uso de dichos productos, sistemas aislado de producción y productos sucedáneos como los bioinsumos. Al respecto, el uso de microorganismos se ha incrementado para diferentes propósitos como promotores de crecimiento vegetal, solubilizadores de nutrientes y para el manejo fitosanitario de los cultivos.

Objetivo

La presente investigación tuvo como objetivo cuantificar *in vitro* la inhibición de hongos fitopatógenos con origen en el suelo mediante aislamientos de *Trichoderma*.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en el laboratorio de Microorganismos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Zacatepec, Morelos. Donde fueron establecidos los patógenos *Fusarium* sp. cepas 1 y 2, *Phomopsis* sp., *Sclerotinia* sp. y *Sclerotium cepivorum*, y los hongos antagonistas *Trichoderma* sp. (TC1, TC2 y TC3) y *Trichoderma asperellum* (TA). Los hongos fitopatógenos previamente aislados de caña de azúcar fueron evaluadas de forma antagónica con cepas de *Trichoderma* y *Trichoderma asperellum*. Esta prueba se



realizó siguiendo la técnica de cultivo dual de Dennis y Webster (1971), para cada tratamiento se usaron cajas Petri (90 x 15 mm) con medio Papa Dextrosa Agar (PDA), en las cuales se colocó en el extremo de la placa Petri un disco de agar de 5 mm de diámetro con micelio activo de las cepas en estudio y en el extremo opuesto de la caja otro disco de 5 mm de agar de cada una de las cepas de *Trichoderma*.

Se establecieron grupos testigo colocando un disco de 5 mm del hongo fitopatógeno por cada caja Petri, midiendo cada 24 h el crecimiento a partir de los discos por donde el micelio de los hongos crece en una diagonal horizontal (medido en milímetros), con una regla graduada (Gaddeyya *et al.*, 2012), durante siete días. Finalmente, las placas Petri se sellaron con Parafilm y se incubaron a 34±2°C, cada tratamiento se realizó por triplicado.

Para evaluar el Porcentaje de Inhibición del Crecimiento Radial (PICR), se calculó utilizando la ecuación 1 atribuida a Skidmore y Dickinson (1976). Donde, R₁: Radio de crecimiento del micelio del hongo patógeno en las placas de control (sin *Trichoderma*) en mm; R₂: Radio de crecimiento del micelio del hongo patógeno en presencia de *Trichoderma* en mm. El porcentaje de colonización de *Trichoderma* sp., se calculó utilizando la ecuación 2 (Camporota, 1985, Andrade-Hoyos *et al.*, 2020). Donde DTP: La distancia del recorrido por el que crece la colonia de *Trichoderma* spp. sobre la colonia del patógeno, teniendo en cuenta el eje que separa ambas colonias; DE = La distancia entre ambas colonias a partir de la colonización.

$$PICR = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \times 100\% \dots\dots\dots \text{Ecuación 1}$$

$$\%Colonización = \frac{DTP}{DE} \times 100\% \dots\dots\dots \text{Ecuación 2}$$

Los resultados de porcentaje de inhibición del crecimiento radial se sometieron a análisis de varianza (ANOVA) para identificar las diferencias estadísticas significativas, y se realizó la prueba de separación de medias Tukey (p< 0.05), mediante el paquete estadístico Statistical Analysis Software (SAS) v.9 para Windows®.

Resultados y discusión

El porcentaje de inhibición del crecimiento radial más alto obtenido para el hongo fitopatógeno *Fusarium* sp. cepa 1 fue de 45.753% cuando se confrontó con *T. asperellum* (TA) al séptimo día de evaluación (Figura 1). Por otro lado, el porcentaje más bajo obtenido para el hongo fitopatógeno *Fusarium* sp. cepa 1 fue frente a *Trichoderma* sp. (TC2) con 26.143%, sin embargo, se puede observar que pasados los días de confrontación ambas cepas permanecieron sin crecimiento, lo que indica que



existe una inhibición. Estos datos obtenidos para *T. asperellum* (TA) son similares a los obtenidos por Díaz-Gutiérrez *et al.* (2021) con $57 \pm 2.5\%$ de inhibición frente *Fusarium oxysporum*. Este efecto antagónico de *T. asperellum* pudo deberse a la producción de antibióticos por parte del antagonista, competencia por nutrientes y espacio y/o enzimas degradadoras de la pared celular del fitopatógeno (Kumar, 2013). Por otro lado, el fitopatógeno *Fusarium* sp. cepa 2 fue una de las cepas con menor porcentaje de inhibición ya que los *Trichoderma* spp. inhibían en un rango de 6.977% a 27.133%, mientras que *Fusarium* sp. cepa 2 fue colonizada por todas las especies de *Trichoderma* estudiado (Figura 1). Se encontró diferencia estadística significativa para el PICR de las tres cepas de *Trichoderma*, siendo la TC2 la que colonizó por completo (Figura 2). Diversas investigaciones han evaluado la capacidad de inhibición de diferentes especies del género *Trichoderma*, sin embargo, las más reportadas son *T. harzianum*, *T. asperellum*, *T. viride* y *T. koningiosis*, al respecto Chen *et al* (2021) reportaron un porcentaje de inhibición de 47.91% para *F. oxysporum*, alejándose del porcentaje más alto que se obtuvo en *Fusarium* sp. cepa 2.

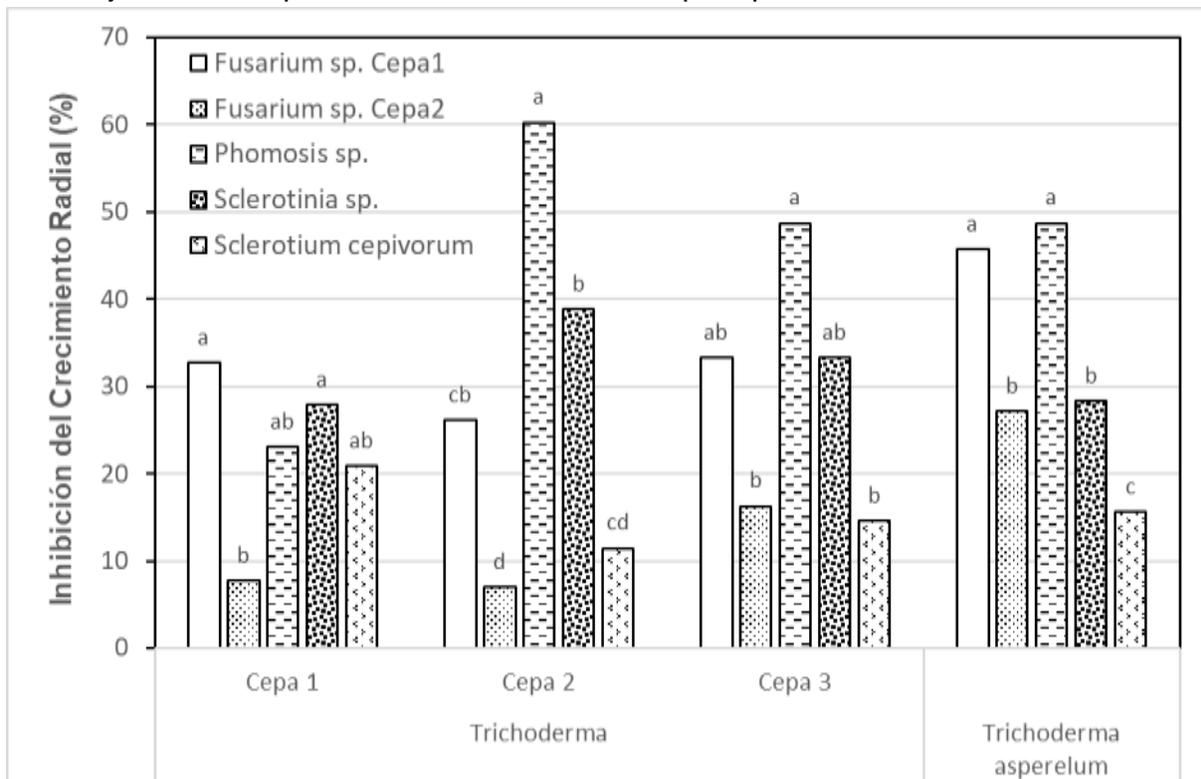


Figura 1. Inhibición de del crecimiento de *Fusarium* sp., *Phomopsis* sp., *Sclerotinia* sp. y *Sclerotium cepivorum* por cepas de *Trichoderma*.



Por su parte, todas las especies de *Trichoderma* colonizaron en un 100% (Figura 2) a *Phomopsis* sp. Estos datos obtenidos son similares a los obtenidos por Díaz-Gutiérrez *et al.* (2021) para la especie *T. asperellum* con $57 \pm 2.5\%$ de inhibición. Este efecto antagónico pudo deberse por parte del antagonista, a la competición por nutrientes y espacio del *Trichoderma* (Kumar, 2013).

El porcentaje de inhibición del crecimiento radial más alto obtenido para el hongo fitopatógeno *Sclerotinia* sp. fue de 38.807% cuando se confrontó con *Trichoderma* sp. (TC2) a los cinco días de evaluación (Figura 1). Por otro lado, el porcentaje más bajo obtenido fue frente a *Trichoderma* sp. (TC1) con 27.86%, sin embargo, pasados los días de confrontación *Trichoderma* spp. no colonizo a *Sclerotinia* sp., quedando junto con *Fusarium* sp. cepa 1 como las únicas cepas de *Trichoderma* spp. que no pueden colonizar. Estos datos obtenidos para *Trichoderma* spp. se alejan a los obtenidos por Rivera-Méndez *et al.* (2020) para la especie *T. asperellum* con un rango de 69.39% a 80.66% de inhibición frente *S. cepivorum*.

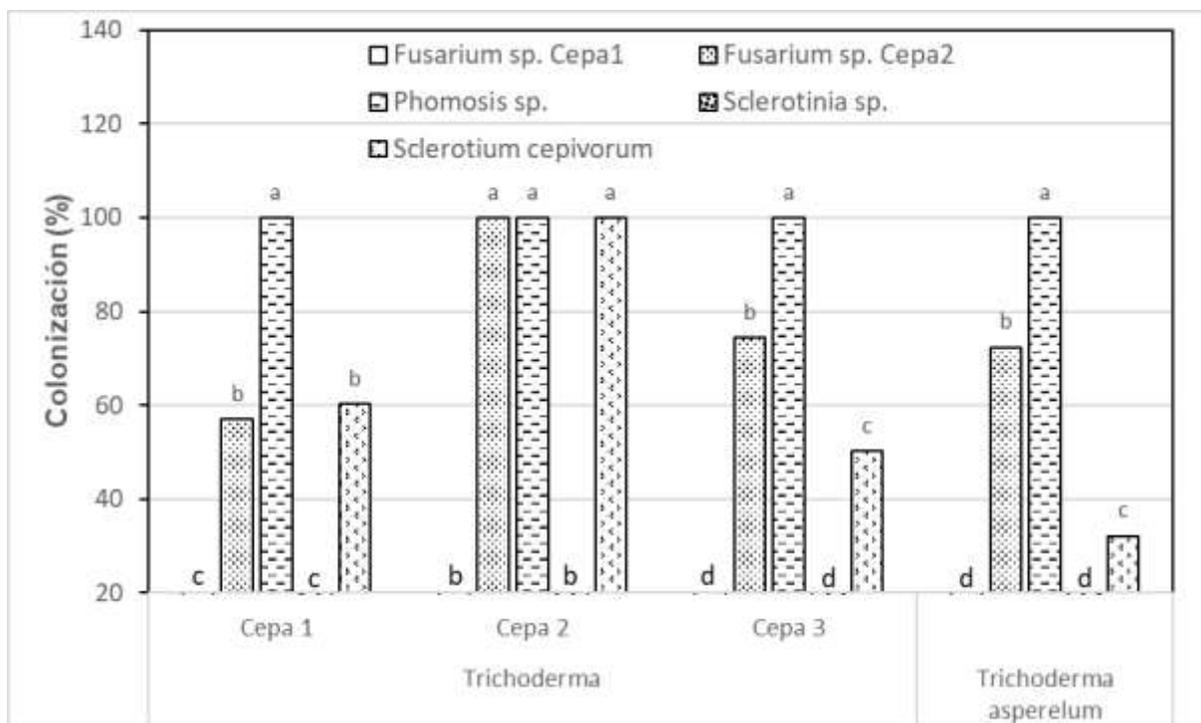


Figura 2. Colonización de *Fusarium* sp., *Phomopsis* sp., *Sclerotinia* sp. y *Sclerotium cepivorum* por cepas de *Trichoderma*.

Finalmente, los datos obtenidos de los ensayos duales de *Trichoderma* spp. contra *Sclerotium cepivorum*, mostraron menor porcentaje de inhibición con 4.17% a 20.833% (Figura 1), y en comparación con los datos obtenidos por Rivera-Méndez *et al.* (2020),



la especie *T. asperellum* tuvo 69.39%-80.66% de inhibición frente *S. cepivorum*, se aleja por mucho, pero demuestra que tiene efecto inhibitorio por parte de todas las cepas de *Trichoderma* al tener una colonización de 32.173% a 100% (Figura 2).

Conclusión

Las cuatro cepas nativas de *Trichoderma* evaluadas *in vitro* mostraron eficiencias en el control de los fitopatógenos. Donde a pesar de un bajo PICR (30%) por parte de las especies de *Trichoderma* éste delimita el espacio al competir por nutrientes, reduciendo el crecimiento de los patógenos y colonizando al patógeno, como se aprecia con los TC2, TC3 y *T. asperellum* al inhibir eficientemente a *Phomopsis* sp. y *Fusarium* sp., cepa 2.

Bibliografía

- Andrade-Hoyos P, Silva-Rojas HV, Romero-Arenas O. Endophytic *Trichoderma* Species Isolated from *Persea americana* and *Cinnamomum verum* Roots Reduce Symptoms Caused by *Phytophthora cinnamomi* in Avocado. *Plants*. 2020; 9(9):1220. <https://doi.org/10.3390/plants9091220>
- Arroyo, Pedro. (2008). La alimentación en la evolución del hombre: su relación con el riesgo de enfermedades crónico-degenerativas. Boletín médico del Hospital Infantil de México, 65(6), 431-440. Recuperado en 15 de agosto de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-11462008000600004&lng=es&tlng=es
- Camporota, P. (1985). Antagonisme *in vitro* de *Trichoderma* spp. vis-à-vis de *Rhizoctonia solani* Kühn. *Agronomie*, 5(7), 613-620.
- Chen, J., Zhou, L., Din, I. U., Arafat, Y., Li, Q., Wang, J., Wu, T., Wu, L., Wu, H., Qin, X., Pokhrel, G. R., Lin, S. & Lin, W. 2021. Antagonistic Activity of *Trichoderma* spp. Against *Fusarium oxysporum* in Rhizosphere of *Radix pseudostellariae* Triggers the Expression of Host Defense Genes and Improves Its Growth Under Long-Term Monoculture System. *Front. Microbiol.* 12:579920, doi: [10.3389/fmicb.2021.579920](https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.579920).
- Dennis, C.; Webster. J. 1971. Antagonistic Properties of Species-Groups of *Trichoderma* I. Production of Non-Volatile Antibiotics, *Transactions British Mycological Society* 57: 25-39.
- Díaz-Gutiérrez C., Arroyave C., Llugany, Poschenrieder, Soledad Martos, Carlos



- Peláez, *Trichoderma asperellum* as a preventive and curative agent to control *Fusarium* wilt in *Stevia rebaudiana*, *Biological Control*, Volume 155, 2021, 104537, ISSN 1049-9644, <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104537>.
- Ferreira, F.V., Musumeci, M.A. *Trichoderma* as biological control agent: scope and prospects to improve efficacy. *World J Microbiol Biotechnol* 37, 90 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11274-021-03058-7>
- Gaddeyya, G.; Niharika, P.S.; Bharathi, P.; Kumar, P.K.R. 2012. Isolation and identification of soil mycoflora in different crop fields at Salur Mandal. *Adv. Appl. Sci. Res.* 3 (4), 2020-2026.
- Gutiérrez A, Robles A, Santillán C, Ortiz M, Cambero OJ (2013) Control biológico como herramienta sustentable en el manejo de plagas y su uso en el estado de Nayarit, México. *Revista Bio Ciencias* 2(3): 102-112
- Harman, G.E., Howell, C.R., Viterbo, A. Chet, I., Lorito, M. (2004). *Trichoderma* species — opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nat Rev Microbiol* 2, 43–56. <https://doi.org/10.1038/nrmicro797>
- Jaklitsch WM (2009) European species of *Hypocrea*. Part I. The green-spored species. *Stud Mycol* 63:1–91.
- Kubicek CP, Mikus M, Schuster A, Schmoll M, Seiboth B. (2009) Metabolic engineering strategies for the improvement of cellulose production by *Hypocrea jecorina*. *Biotechnol Biofuel* 2:19
- Kumar, S. 2013. *Trichoderma*: a biological control weapon for managing plant diseases and promoting sustainability. *Int. J. Agric. Sci. Vet. Sci.* 1 (3): 106–121.
- Monaco C, Perello A, Alippi HE, Pasquare A.O. (1991) *Trichoderma* spp.: biocontrol agent of *Fusarium* spp. and *Sclerotium rolfsii* by seed treatment. *Adv Hort Sci* 5(3):92–95.
- Mukhopadhyay, R., Kumar, D. (2020). *Trichoderma*: a beneficial antifungal agent and insights into its mechanism of biocontrol potential. *Egypt J. Biol. Pest Control* 30, 133. <https://doi.org/10.1186/s41938-020-00333-x>
- Rivera-Méndez William, Miguel Obregon, María E. Morán-Diez, Hermosa, R., Monte E. (2020). *Trichoderma asperellum* biocontrol activity and induction of systemic defenses against *Sclerotium cepivorum* in onion plants under tropical climate conditions, *Biological Control*, Volume 141.104145, ISSN 1049-9644, <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104145>.



-
- Samuels, G. J. 1996. *Trichoderma*: a review of biology and systematics of the genus. Mycol. Res. 100(8): 923–935, doi:[10.1016/s0953-7562\(96\)80043-8](https://doi.org/10.1016/s0953-7562(96)80043-8)
- Sarandón SJ, Flores C.C. (2014) Bases conceptuales de la agroecología y agricultura sustentable. En: Sarandón SJ, Flores CC (eds). Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables, pp. 13-70. Editorial de la Universidad de La Plata, Chile; ISBN: 978-950-34-1107-0
- Skidmore A.M., Dickinson C.H. (1976). Colony interactions and hyphal interference between *Septoria nodorum* and phylloplane fungi. Transaction of the British Mycological Society, 66: 57–64.



Clave 2023-8AF

Germoplasma de higuera (*Ficus carica* L.) adaptado a la Región Lagunera

José Alberto Urrieta Velázquez¹, Hilario Macías Rodríguez¹, Andrade Hoyos Petra²

¹Agricultura Protegida, CENID-RASPA, INIFAP. Km.6.5. Margen Derecho Canal de Sacramento S/N. Ejido Las Huertas. Gómez Palacio, Durango, México. urrieta.jose@inifap.gob.mx ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Zacatepec, Carretera Zacatepec-Galeana S/N, km 0.5, Colonia IMMS, Zacatepec 62780, Morelos, México. andrade.petra@inifap.gob.mx

Antecedentes

Las propiedades nutraceuticas de los higos es una de las principales causas del aumento de su demanda en el mercado, además de su bajo requerimiento hídrico en comparación con otros frutales (Çalışkan y Polat, 2011; Pacheco et al., 2017). No obstante, a pesar de los esfuerzos realizados en México como el mejoramiento genético para atender tópicos en la caracterización de germoplasma (García-Ruiz et al., 2013), fertilización (Garza-Alonso et al., 2019) y sistemas protegidos para la producción intensiva (Mendoza-Castillo et al., 2017), aún existe la necesidad de mejorar la cadena de producción de la especie, pues hay zonas productoras a lo largo del país con condiciones y necesidades particulares que aún deben atenderse. Tal es el caso de la región norte de México, caracterizada por escasa precipitación (CONAGUA, 2018), y en particular la Región Lagunera donde se registran temperaturas altas en primavera y verano, alcanzando una media mensual de 28.8 °C y promedio máxima de 44 °C (Servicio Meteorológico Nacional, 2022). Estas dos condiciones y la radiación de la región favorecen el cultivo de higuera, sin embargo, las temperaturas bajas en invierno condicionan su producción por el riesgo de congelamiento. Algunas características que le permiten prosperar en ese clima son su morfología foliar, biología estomática y fisiología de las cuales depende la transpiración y fotosíntesis (Liu et al., 2019). Al respecto, algunos investigadores han observado que posee estomas hundidos, cuya frecuencia es de 68.90 ± 6.24 estomas·mm² y longitud de 33.35 ± 2.84 μm (Klimko y Truchan, 2006) y están protegidos por tricomas largos.

Justificación

La creciente demanda de plantas de higuera para su cultivo en nuevas áreas del norte de México ha provocado el desplazamiento de material vegetativo a dichas regiones, donde este germoplasma no está adaptado y algunos insectos plaga y enfermedades se han dispersado. Esto crea la necesidad de contar con material dicho material, por lo



cual higueras de la región que se cultivan en traspatio desde hace más de 30 años pueden ser la base para cubrir la esta necesidad.

Objetivo

Colectar y caracterizar germoplasma de higueras de la Región Lagunera y determinar algunos indicadores biofísicos de su adaptación al clima regional.

Metodología

La colecta de germoplasma de higuera se realizó en los municipios de Rodeo y Gómez Palacio, Durango (1320 msnm) y Parras, Coahuila (1530 msnm) cuyo cultivo era de traspatio, momento en el cual se registró el color y forma del fruto. Se colectaron estacas de 30 cm de largo con 1.0-1.5 cm de diámetro en su parte media, que se plantaron en marzo de 2020 usando bolsas de 20X40X10 cm con una mezcla de arena y perlita (80:20, v:v) y bajo condiciones protegidas. Se utilizó el diseño experimental de bloques completos con tratamientos aleatorizados y tres repeticiones utilizando la variedad “Black Mission” (BM) como testigo.

Las variables se registraron 90 días después del trasplante. Las variables relacionadas con el intercambio gaseoso se determinaron en el haz y envés de la hoja impresiones de la hoja con cianoacrilato (Kola Loka® en gotero) en la parte media del lóbulo central, colocando una pequeña gota y presionando con un portaobjeto para obtener una capa delgada. Las impresiones fueron observadas en un microscopio a 10X (Zeiss Modelo Scope.A1) y capturando imágenes con una cámara digital para microscopio (Velab® VE-MC3 3.2 μmX3.2μm) usando una referencia de 500 μm. Una vez obtenidas las imágenes, se utilizó el software UTHSCSA ImgeTool 3.0 para Windows XP (Wilcox *et al.*, 2002) para determinar la frecuencia estomática, longitud y ancho de estomas. Los variables relacionadas con la diversidad biológica incluyeron número de lóbulos, sanidad de la planta, forma del lóbulo, forma de la base de la hoja, color de hoja, color de peciolo, la longitud y ancho de hoja, longitud de peciolo y vigor de la planta expresada como peso de materia seca de raíz, tallo y hojas se determinaron con base en los descriptores para higo (IPGRI y CIHEAM, 2003).

Como parte de la adaptación de las higueras, se cuantificaron propiedades del látex como su densidad (peso/volumen), tomando una alícuota de volumen conocido de la axila y peciolo de la hoja recientemente madura con una micropipeta (20-100 microlitros) y pesado en una balanza analítica (resolución de 0.0001 gramos). Además de su contenido de proteína (Bradford), aminoácidos (Ninhidrina) y azúcares (Antrona) se hizo utilizando la metodología indicada por Nigam (2007). Otro indicador fue la temperatura del cultivo, determinada con un termómetro infrarojo de pistola portátil (Fluke 62 mini, 630-670 nm Class II) en hojas recientemente maduras y expuestas a la



radiación solar de forma horaria (9:00am-17pm horas), de igual forma se hizo el registro de la temperatura del aire, humedad relativa (termohigrómetro TER-150, -50-90 °C, 10-99 % HR) y la radiación (Luxómetro Steren, HER-410, escala X100) expresada en $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ según la metodología de Niechayev *et al* (2019). También se observaron el tipo de tricomas del haz y envés clasificándolos de acuerdo a las descripciones hechas por Ogunkule y Oladele (2008) en higo.

En el análisis estadístico las variables fueron separadas en cualitativas, que se analizaron mediante agrupamiento usando el método de Ward, mientras que para variables cuantitativas se utilizaron distancias euclidianas, utilizando el Software R versión 4.1.0 (The R fundación for Statistical Computing Platform, 2021) con el paquete ggplot(DendroCL) y las librerías library(factoextra) y library(dendextend). Adicionalmente, para las variables densidad del látex, longitud de estoma, ancho de estoma y densidad de estomas se hizo análisis de varianza usando el software estadístico SAS/STAT V9.3 para Windows (SAS Institute Inc., 2002-2010).

Resultados y discusión

El análisis de las variables cualitativas (número de lóbulos, tamaño de hoja, sanidad de la planta, forma del lóbulo, forma de la base de la hoja, color de hoja, color de peciolo y color de la pulpa del fruto) mostró que hay diversidad biológica en las colectas de la Región Lagunera (Figura 1a), pues las colectas provenientes de la región de Parras formaron dos grupos: 1) MP, HPP y HNGP y 2) HBGP, excepto por CAP que se agrupó con las colectas de Rodeo (RHN), Gómez Palacio (HNG) y “Black Mission”, formando un tercer grupo como se muestra en la Figura 1a. Lo mismo ocurrió con los caracteres morfológicos cuantitativos (densidad de látex, longitud de hoja, ancho de hoja, longitud de peciolo, longitud de estoma, ancho de estoma, densidad de estomas, materia seca total, materia seca de hojas, tallos y raíz), los cuales formaron tres grupos, dos en las colectas de Parras: 1) MP y HBGP, 2) CAP, HPP, HNGP, RHN y HNG, y BM quedó separada en un tercer grupo (Figura 1b). Por su diversidad biológica, estos materiales tienen potencial agronómico para su propagación y diversificación en la región pues poseen características que han desarrollado por varios años de adaptación como ya se ha observado en otras regiones del mundo (Baziar *et al.*, 2018).

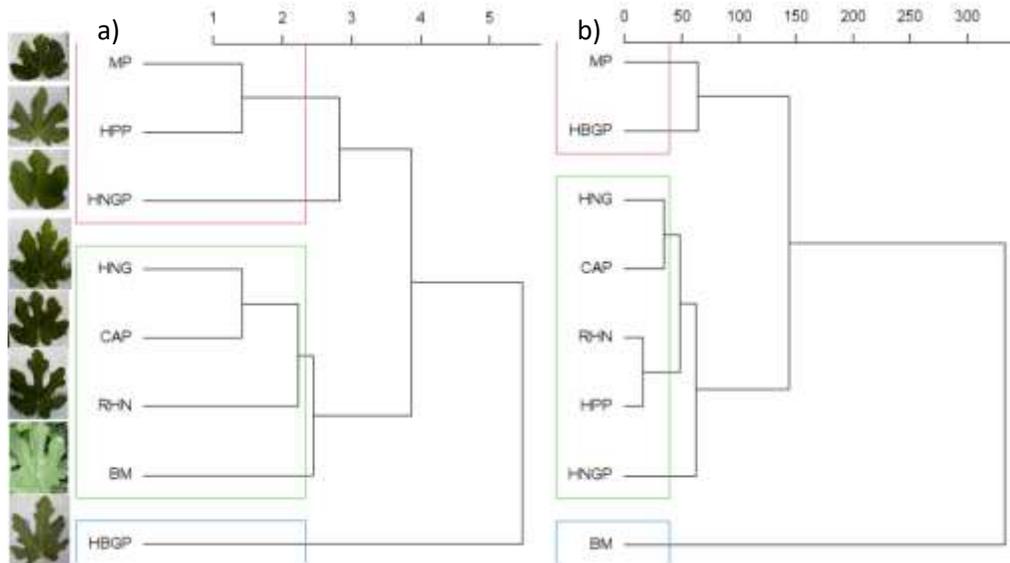


Figura 1. Agrupamiento de caracteres morfológicos cualitativos (a) y cuantitativos (b) de colectas de higuera en la Región Lagunera (MP: monigal de Parras; HPP: higo pasa Parras; HNGP: higo negro grande de Parras; HNG: higo negro Gómez; CAP: casa Acuña Parras; RHN: Rodeo higo Negro; BM: black mission; HBGP: higo blanco grande de Parras).

La higuera es un frutal de bajo requerimiento hídrico en comparación con otras especies frutales, y su morfología puede ser parte de su adaptación al déficit hídrico como lo indica López-Castañeda (2007). Esto puede deberse que no posee estomas en el haz como se observó en éste trabajo (Figura 2b) y coincide con lo reportado por Mamoucha *et al.* (2015). Los estomas del envés están hundidos entre nervaduras protuberantes (Figura 3d) y su frecuencia varió de 58.25-121.50 estomas-mm², lo cual puede disminuir por un proceso de adaptación (Fráguas *et al.*, 2012). Su tamaño varió significativamente entre colectas ($\alpha \leq 0.0001$), donde BM tuvo menor longitud (14.76 μm), CAP la de mayor valor (31.80 μm), seguida de HNG (26.03 μm) y el resto de colectas tuvieron valores de 22.79-25.52 μm . En el ancho de estoma, BM tuvo el menor valor (9.91 μm) y HNGP el mayor (19.73 μm), seguida de HNG (16.48 μm), RHN (17.92 μm), HBGP (17.39 μm) y CAP (18.57) con valores similares como ocurrió con HPP (15.24 μm) y MP (14.74 μm). Se observó una correlación negativa entre estas variables. El tamaño de los tricomas filamentosos (Figura 2a) es otra resistencia a la transpiración como ocurre en especies del desierto (López-Castañeda, 2007). Adicionalmente, se observaron dos colectas con tricomas glandulares solo en el haz (HNG y RHN) y una colecta (HNGP) en ambas superficies foliares (Figura 2c y 2d). Estas barreras permiten reducir la transpiración, pero como resultando su temperatura foliar es muy similar a la ambiental (Figura 3a). Estas características son importantes agrónomicamente porque son indicadores de lo eficientes que pueden ser en el uso del agua de riego.



La temperatura foliar de la variedad “Black mission” aunque fue similar a la temperatura ambiente sin importar el comportamiento de la radiación solar (Figura 3a y 3b). Su temperatura alcanzó los 30.68 °C, siendo 2-3 °C menor a la temperatura ambiente (33.3°C), lo cual demuestra su baja capacidad de enfriamiento y su tolerancia al calor. Esto puede deberse a la constitución del látex, pues a pesar de no haber diferencias estadísticas significativas en su densidad (1.17-1.42 g·mL⁻¹), es una sustancia que puede ayudar a tolerar el calor ya que contiene sustancias protectoras como carbohidratos, proteínas y aminoácidos (Figura 3c). Al respecto, investigaciones previas indican que contiene proteínas especializadas llamadas ficinas con funciones fitoprotectoras (Magaña-Álvarez et al., 2016) y termoprotectoras (Martínez-Bastidas et al., 2017).

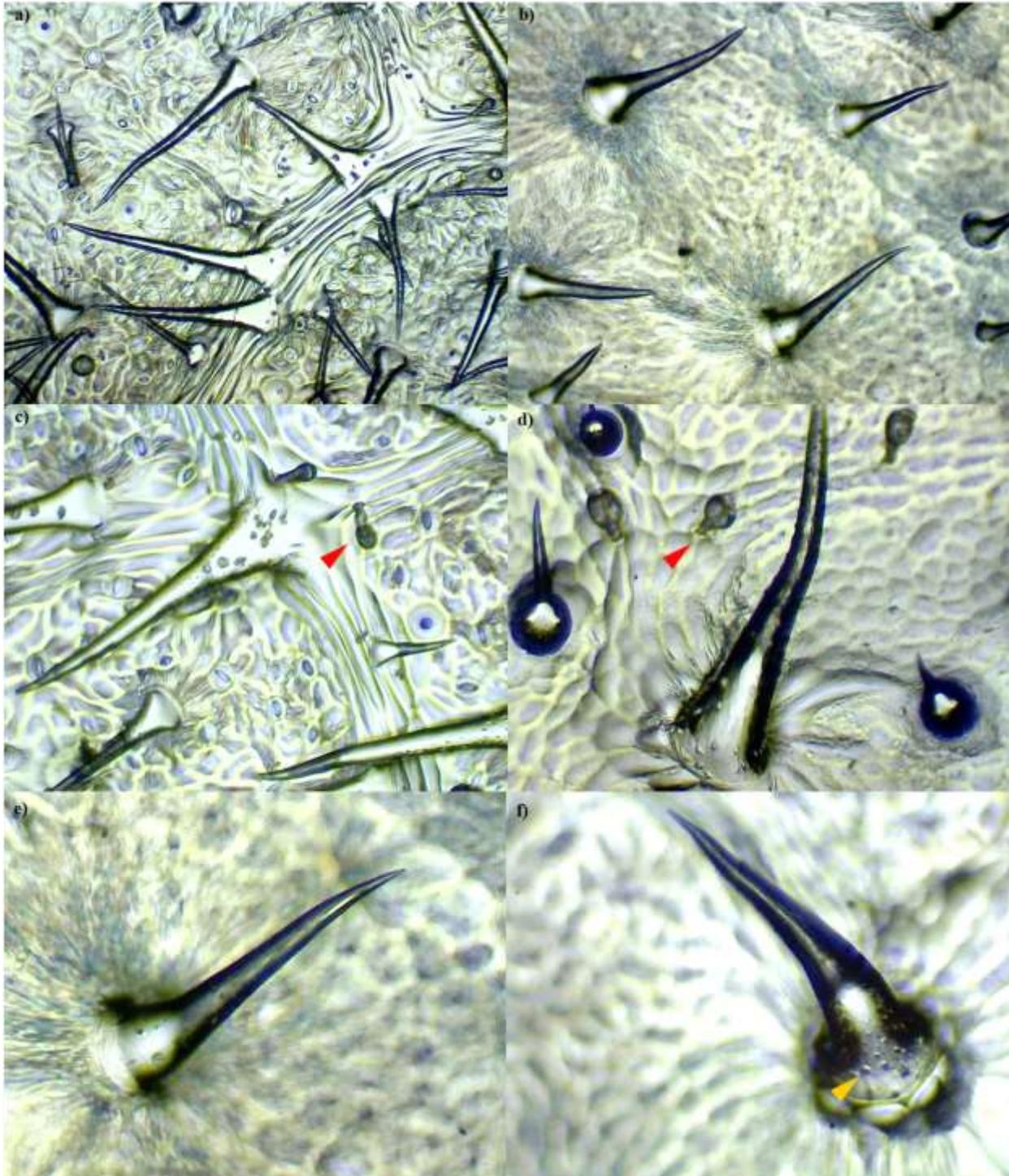


Figura 2. Micromorfología foliar de colectas de higuera de la Región Lagunera: a) envés con tricomas, b) haz sin tricomas, c) tricomas glandulares en el envés, d) tricomas grandulares en el haz, e) tricoma filamentosos y f) papilas y células apidérmicas acompañantes en la base de los tricomas filamentosos.

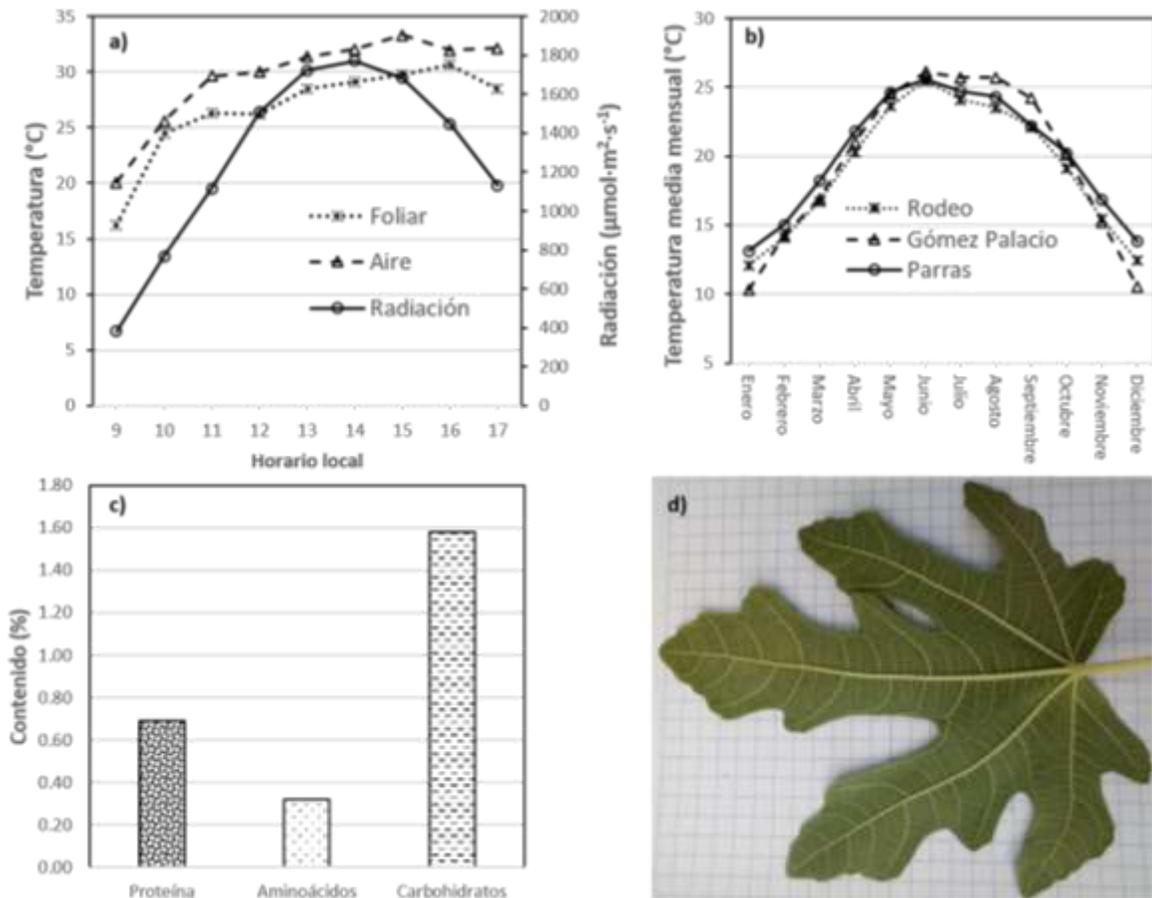


Figura 3. Temperatura media mensual en la Región Lagunera (b), temperatura foliar de la higuera “Black misión” (a), composición del látex (c) y nervaduras del envés (d).

Conclusión

El germoplasma de higueras colectado en la Región Lagunera mostró diversidad biológica en los caracteres cualitativos y cuantitativos observados, que es parte de la base para el mejoramiento del cultivo para la producción en regiones áridas del norte de México. Las higueras de la Región Lagunera poseen caracteres morfológicos que le permiten disminuir la transpiración y tolerar el clima cálido y seco regional, siendo una característica agronómica importante para el uso eficiente del agua.

Bibliografía

Baziar G., Jafari M., Noori M. S. S. & Samarfard S. (2018). Evaluation of genetic diversity among Persian fig cultivars by morphological traits and RAPD markers. *HortScience* 53(5), 613-619. doi: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI11306-16>



- Çalışkan O. & Polat A. A. (2011). Phytochemical and antioxidant properties of selected fig (*Ficus carica* L.) accessions from Eastern Mediterranean region of Turkey. *Scientia Horticulturae* 128, 473-478.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.02.023>
- CONAGUA (2018). Estadísticas del agua en México. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional del Agua. 303 p.
http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf
- Fráguas C. C., Pasqual M., Gómez de A., A., Pereira A. R. & de Castro E. M. (2012). Acclimatization and leaf anatomy of micropropagated fig plantlets. *Revista Brasileira Fruticultura* 34(4), 1180-1188. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000400027>
- García-Ruíz M. T., Mendoza-Castillo V. M., Valadez-Moctezuma E., Muratalla-Lúa A. (2013). Initial assessment of natural diversity in mexican fig landraces. *Genetics and Molecular Research* 12(2), 3931-39-43.
<http://dx.doi.org/10.4238/2013.September.23.12>
- Garza-Alonso C. A., Olivares-Sáenz E., Gutiérrez-Díez A., Vázquez-Alvarado R. E., López-Jiménez A. 2019. Visual Symptoms, vegetative growth, and mineral concentration in fig tree (*Ficus carica* L.) under macronutrient deficiencies. *Agronomy* 9: 787. [10.3390/agronomy9120787](https://doi.org/10.3390/agronomy9120787)
- IPGRI, CIHEAM. (2003). Descriptors for fig (*Ficus carica*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, and International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies, Paris, France. ISBN 92-9043-598-4.
- Klimko M., Truchan M. (2006). Morphological variability of the genus *Ficus* L. (Moraceae) and its taxonomic implications. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 75(4), 309-324. doi: [10.5586/asbp.2006.038](https://doi.org/10.5586/asbp.2006.038)
- Liu C., Li Y., Xu L., Chen Z., He N. (2019). Variation in leaf morphological, stomatal, and anatomical traits and their relationships in temperate and subtropical forests. *Scientific Reports* 9, 5803. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42335-2>
- López-Castañeda C. (2007). Eficiencia en el uso del agua, intercambio gaseoso entre transpiración y fotosíntesis. *IV Encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia*. [10.13140/RG.2.1.1006.4402](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1006.4402)
- Magaña-Álvarez A., Vencioneck D. J. C., Cameiro T., Pérez-Brito D., Tapia-Tussel R., Aires V. J., Higuera-Ciapara I., Machado Bueno F. P., Ribeiro F. A. A. (2016). Physical characteristics of the leaves and the latex of papaya plants infected with the *papaya meleira* virus. *International Journal of Molecular Sciences* 17, 574. <https://doi.org/10.3390/ijms17040574>



- Mamoucha S., Fokialakis N., Christodoulakis N. S. (2015) Leaf structure and histochemistry of *Ficus carica* (Moraceae), the fig tree. *Flora* 218, 24-34. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2015.11.003>
- Martínez-Bastidas T. F., Romero-Castillo R. A., Amarillas-Bueno L. A., López-Meyer M., Sañudo-Barajas J. A., Osuna-Enciso T., Basilio-Heredia J., Lightbourn-Rojas L. A., León-Félix J. (2017). Proteínas heterotriméricas: señalización de plantas en condiciones de estrés ambiental. *Revista Fitotecnia Mexicana* 40(2), 169-180. <https://doi.org/10.35196/rfm.2017.2.169-180>
- Mendoza-Castillo V. M., Vargas-Canales J. M., Calderón-Zavala G., MendozaCastillo Ma. Del C., Santacruz-Varela A. (2017). Intensive production systems of fig (*Ficus carica* L.) under greenhouse conditions. *Expl. Agric.* 53(3), 339-350. <https://doi.org/10.1017/S0014479716000405>
- Niechayev A. A., Jones A. M., Rosenthal D. M., Davis S. C. (2019) A model of environmental limitations on production of *Agave Americana* L. grown as a biofuel crop in semi-arid regions. *Journal of Experimental Botany* 70(22), 6549-6559. <https://doi.org/10.1093/jxb/ery383>
- Nigam A. (2007). Lab manual in biochemistry immunology and biotechnology. University of Delhi, India. *Tata McGraw-Hill Education*. 370 p. ISBN: 0071331514, 9780071331517.
- Ogunkule A. T. J., Oladele F. A. 2008. Leaf epidermal studies in some Nigerian species of *Ficus* L. (Moraceae). *Plant Systematics and Evolution* 274, 209-221. <https://doi.org/10.1007/s00606-008-0044-9>
- Pacheco R. G. E., Arenas R. H. 2017. Diversificación de mercados: estrategia para el sector agroalimentario. In: Oportunidades de exportación ante la creciente demanda mundial de alimentos. *Claridades Agropecuarias*. 276: 11-19. <https://info.aserca.gob.mx/claridades/marcos.asp?numero=276>
- SAS Institute Inc. (2002-2010). SAS/STAT para Windows versión 9.3. *Cary, N. C., USA*.
- Servicio Meteorológico Nacional (2022). Normales climatológicas por estado. Histórico para Durango 1951-2010. En línea (fecha de consulta: 13 de abril del 2022): <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=dgo>
- The R Foundation for statistical Computing Platform. (2021). R versión 4.1.0. Copyright (c) 2021 The R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>
- Wilcox D., Dove B., McDavid D., Greer D. (2002). UTHSCSA ImageTool 3.0 for Windows. *The University of Texas Health Science Center in San Antonio*.



Clave 2023-9AF

Programación lineal para la formulación de mezclas de sustratos

Nuria Aide López Hernández^{1*}, Ramón Trucíos Caciano^{1*}, Aldo Rafael Martínez¹
Sifuentes, Prometeo Sánchez García¹, Manuel Sandoval Villa¹

¹Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera (CENID RASPA) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Gómez Palacio, Durango, México. lopez.nuria@inifap.gob.mx; trucios.ramon@inifap.gob.mx; martinez.aldo@inifap.gob.mx ²Posgrado en Edafología, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Edo. de México, México. promet@colpos.mx; smanuel@colpos.mx

*Autor de correspondencia: lopez.nuria@inifap.gob.mx; trucios.ramon@inifap.gob.mx

Antecedentes

El arándano requiere que el suelo cumpla con características muy específicas, como un pH bajo, alto contenido de materia orgánica y una porosidad apropiada y una buena permeabilidad para el agua (Sumedrea et al., 2016). Una forma de proporcionar todas esas condiciones es usar macetas con sustratos. Sin embargo, todavía no se conoce la composición ideal del sustrato (Pinto et al., 2017).

Desde el punto de vista práctico y económico, los componentes utilizados para los sustratos deben ser relativamente baratos, fácilmente accesibles y cumplir con los requisitos de hábitat de cada especie (Ochmian et al., 2010). En el caso de los arándanos, algunos sustratos utilizados para su producción son turba, aserrín (Albert et al., 2010), cáscara de cacao y tezontle (Salgado et al., 2018). La importancia en la elección del sustrato para el cultivo de arándanos se debe a que el rendimiento y la calidad de la fruta se ven afectados por el tipo de sustrato utilizado (Ochmian et al., 2010). En la búsqueda de un buen sustrato es común recurrir a mezclas.

Una opción para generar las mezclas es el uso de programación lineal paramétrica basada en minimizar el precio de un sustrato que cumpla con los requerimientos del cultivo. El objetivo de utilizar la programación lineal es generar mezclas de materiales para sustratos de menor costo (Cruz et al., 2010), donde las variables de diseño son las propiedades físicas y químicas de los sustratos (Zamora et al., 2005), y las restricciones son los valores considerados óptimos (Cruz et al., 2010).



Justificación

Tradicionalmente, el proceso para obtener mezclas de sustratos a partir de materiales separados se ha basado en el método de error de prueba, lo que implica un gran número de mezclas y análisis antes de encontrar la mezcla adecuada, invirtiendo en ella una gran cantidad de tiempo y dinero, por lo que es necesario encontrar un método para sistematizar este proceso. A partir de lo anterior surge la idea de utilizar el método de programación lineal paramétrica Simplex Dual para encontrar la mezcla que reúna los requerimientos más importantes de un sustrato para el cultivo de arándano en maceta.

Objetivo

Emplear la programación lineal paramétrica a través del método simplex dual para obtener una mezcla de sustratos que reúna las características de porosidad total, capacidad de aireación y materia orgánica que requiere el cultivo de arándano para su crecimiento y desarrollo, minimizando su costo y favoreciendo la vigorosidad de las plantas.

Metodología

La metodología se dividió en dos etapas. La primera consistió en determinar el sustrato óptimo para el cultivo de arándano mediante programación lineal paramétrica; la segunda etapa fue la evaluación de dicho sustrato a partir de la respuesta de las plantas. Los sustratos empleados para crear la mezcla fueron fibra de coco y una roca volcánica porosa de color rojo, conocida como tezontle. La fibra de coco procedió de Pinotepa Nacional, Guerrero, en pacas de 200 L con una compresión de 2:1 la cual se lavó con agua acidulada ($\text{pH}=4.5$) con ácido sulfúrico hasta que alcanzó una CE de 0.27 dSm^{-1} y un pH de 4.9. La roca volcánica porosa “tezontle” provino de una mina de Texcoco, Edo. De México.

En primer lugar, se determinaron las propiedades físicas: espacio poroso total, densidad aparente (Ansorena, 1994) y capacidad de aireación (De Boodt et al., 1974); así como, las propiedades químicas: conductividad eléctrica, pH (Warncke, 1986), y materia orgánica (Ansorena, 1994), de los sustratos de forma individual, en el Laboratorio de Física de Suelos del Colegio de Postgraduados ubicado en Texcoco, Edo. de México, México. Posteriormente, se determinó mediante un análisis de correlación cuáles de esas propiedades se emplearían como variables de diseño en el método de programación lineal. El método de programación empleado fue el Simplex Dual (ecuaciones 1 y 2), y se resolvió mediante MATLAB (MATLAB, 2016).

Función objetivo:



$$\text{Min } Z = \sum_{j=1}^n c_j * x_j = f(x)$$

Donde:

c_j = coeficiente de la variable j en la función objetivo (precio de costo de las materias primas, ya sea en \$ m⁻³ o \$ kg⁻¹).

x_j = variable j (m³ o kg de material prima por m³ de sustrato).

En este caso, el costo de la fibra de coco fue de \$ 1.20 MXN, y de la roca volcánica fue de \$ 0.50 MXN kg⁻¹.

Restricciones:

$$R_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} * x_j >, < \text{ or } = b_i$$

Donde:

a_{ij} = coeficiente de la variable j en la fila i (con la unidad natural de la restricción).

b_i = segundo miembro de la fila i (unidad natural de la restricción por m³ de sustrato)

Para la segunda etapa se utilizaron cuarenta y ocho plantas de arándano (*Vaccinium corymbosum* var. Victoria HT-929) de 40 cm de altura y 4 años. Estuvieron plantadas en macetas de plástico de 20 L con los sustratos respectivos, desde la etapa inicial de fructificación hasta que tuvieron frutos azules en madurez comercial, etapa en la cual se determinó el contenido relativo de clorofila mediante un medidor SPAD-502 Plus (Konica Minolta Sensing Inc., Kosmos, Mexico). Se tomaron un total de 4 mediciones por planta a las 8 a. m., en hojas de la sección central de un brote maduro, en los cuatro puntos cardinales, distribuyendo las mediciones aleatoriamente al 90%, 50% y 10% de la altura de las plantas. El diseño experimental fue completamente al azar con tres repeticiones, la normalidad se verificó con las pruebas de Shapiro-Wilks, la homogeneidad de varianzas con la prueba de Bartlett, la diferencia entre tratamientos se verificó mediante un análisis de varianza (ANOVA), y la comparación de medias se hizo mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), con el programa estadístico SAS versión 9.0 (SAS Institute, 2002).



Resultados y discusión

De acuerdo a estos resultados (Tabla 1), ningún sustrato de manera individual cumple con todos los requerimientos que tiene el arándano para crecer en condiciones óptimas, sin embargo, se sugiere que a través de la programación lineal paramétrica es posible obtener una mezcla que sí cumpla con todos los requerimientos o al menos los que son considerado más importante

Tabla 1. Caracterización física y química de los sustratos simples

Sustrato simple	Espacio poroso total (%)	Capacidad de aireación (%)	Densidad aparente (g cm^{-3})	Conductividad eléctrica (dS m^{-1})	pH	Materia orgánica (%)
Roca volcánica	57.2c	30.8c	1.17a	0.15c	7.75a	0b
Fibra de coco	96.3a	78.9a	0.04d	0.27b	4.86c	94a

Valores con letras diferentes entre columnas indican diferencias estadísticamente significativas en la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Los arándanos requieren ser cultivados en sustratos con porosidad total de 78-86%, una capacidad de aireación de 20-33% (Zarate et al., 2017), debido a su sistema radical delgado y fibroso (Baba et al., 2018). También requieren crecer en un medio con pH de 4.5 a 5.5 (Garcia et al., 2018), que tenga un mínimo de 2-5% de materia orgánica (Zhao-Shen and Xiao-Chum, 2009), una densidad aparente menor a 0.4 g cm^{-3} (Martínez and Roca, 2011), y una conductividad eléctrica no mayor a 2 dS/m (Salgado et al., 2018).

De acuerdo con los resultados del análisis de correlación (Tabla 2), las variables de diseño establecidas para ser utilizadas en el algoritmo de programación lineal fueron el espacio poroso total, la capacidad de aire y la materia orgánica. Otros autores han sugerido que estas variables podrían ser las más útiles para determinar mezclas óptimas por programación lineal (Cruz et al., 2010) y para predecir las propiedades físicas y químicas del sustrato sin suelo (Gong et al., 2021).



Tabla 2. Coeficientes de correlación de las variables físicas y químicas de los sustratos simples

	Espacio poroso total	Capacidad de aireación	Densidad aparente	Conductividad eléctrica	pH	Materia orgánica
Espacio poroso total	-	0.89	-0.61	0.71	-0.88	0.97
Capacidad de aireación		-	-0.51	0.32	-0.71	0.98
Densidad aparente			-	-0.33	0.89	-0.59
Conductividad eléctrica				-	-0.66	0.50
pH					-	-0.82
Materia orgánica						-

Después de aplicar el método de programación lineal se encontró que la mezcla óptima se conforma de 70 % fibra de coco y 30 % roca volcánica, la cual reúne los valores deseados y establecidos como límites en el método Simplex Dual, lo cual se comprobó mediante un análisis de las propiedades de la mezcla en laboratorio (Tabla 3).

Tabla 3. Valores de las propiedades del sustrato obtenida mediante programación lineal y en laboratorio.

Variable	Restricciones	Valores de Simplex Dual	Valores de laboratorio
Espacio poroso total (%)	≥ 85	84 a	84.4 a
Capacidad de aireación (%)	≥ 30	50 a	54.2a
Materia orgánica (%)	≥ 3	44 a	43.9a

Valores con letras diferentes entre líneas indican diferencias estadísticamente significativas en la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).



Los valores más altos de SPAD se encontraron en las hojas de los arándanos cultivados en la mezcla sin suelo obtenida por programación lineal, lo que significa mayor verdor. Por lo tanto, se puede considerar que las plantas cultivadas en la mezcla compuesta por 70% fibra de coco y 30% roca volcánica presentan un mejor estado nutricional y mayor calidad (Le Bail et al., 2005). Estudios recientes consideran que los valores de SPAD están estrechamente relacionados con el crecimiento y acumulación de materia seca del arándano (Yang et al., 2022).

Tabla 4. Unidades SPAD de los arándanos.

Sustratos	Valores SPAD
Fibra de coco	30.23 c
Roca volcánica	36.73 b
70% A + 30 % B = C	48.87 a

Valores con letras diferentes entre líneas indican diferencias estadísticamente significativas en la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Conclusión

En este estudio se utilizó programación lineal paramétrica a través del método Simplex Dual para obtener una mezcla de sustrato, que cumpla con los requerimientos de porosidad total, capacidad de aire y materia orgánica para un buen crecimiento y desarrollo de las plantas de arándano cultivadas en macetas. La mezcla obtenida se considera óptima ya que minimiza el coste del sustrato final, y cumple con los criterios establecidos en el algoritmo. El sustrato mixto estuvo compuesto por 70% fibra de coco + 30% roca volcánica, y sus características (84.4% porosidad total, 54.2% capacidad de aire y 43.9% materia orgánica) favorecen el buen desarrollo de las raíces de las plantas. Se considera que la elección del sustrato mediante programación lineal permite satisfacer las necesidades de las plantas en cuanto a las características de su medio de cultivo, lo que se refleja en un mayor vigor de las plantas, en este caso concreto, representado con valores de lecturas SPAD más altas (48.87).

Bibliografía

Ansorena, J. 1994. *Sustratos. Propiedades y caracterización*. Madrid, España: Mundi-Prensa.



Baba T., Nakaba S., Noma S., Funada R., Ban T. 2018. Heterorquía y arquitectura de raíces finas de esquejes de madera blanda de arándano rojo (*Vaccinium virgatum*). *Journal of Plant Research*, 131: 271–284.

Cruz C. E., Sandoval V. M., Volke H. V., Ordaz C. V., Tirado T. J. L., Sánchez E. J. 2010. Sustratos derivados de materiales simples mediante un programa de optimización mediante el uso de variables físicas y químicas. *Terra Latinoamericana*, 28: 219–229.

De Boodt, M., Verdonck, O. y Capaert, I. 1974. Método para medir la curva de liberación de agua de sustratos orgánicos. *Acta Horticulture*, 37: 2054-2062.

García, R.J.C., García, G.G., Ciordia, A.M. 2018. El cultivo de arándano en el norte de España. España: SERIDA.

Gong, B., Wang, N., Zhang, T., Li, S., Wu, X., Tian, J., Li, J, Lyu, G., Gao, H. 2021. Establishment and verification of prediction models for evaluating the physical and chemical properties of soilless substrates. *Int J Agric & Biol Eng*, 14(2): 9-18.

Le Bail M., Jeuffroy M. H., Bouchard C., Barbottin A. 2005. ¿Es posible pronosticar la calidad del grano y el rendimiento de diferentes variedades de trigo de invierno a partir de las mediciones del medidor SPAD de Minolta? *European Journal of Agronomy*, 23: 379–391.

Martínez, P.F. y Roca, D. 2011. Sustratos para el cultivo sin suelo. Materiales, propiedades y manejo. En R.V.J. Flórez (Ed.), *Sustratos, manejo del clima, automatización y control en sistemas de cultivo sin suelo* (pp. 37-77). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia

Ochmian, I., Grajkowski, J., Skupień, K. 2010. Efecto del tipo de sustrato sobre el rendimiento de campo y la composición química de los arándanos cv. Patriota. *Agricultural and Food Science*, 19: 69-80.

Pinto R. M., Mota M., Oliveira C. M., Oliveira P. B. 2017. Efecto del tipo de sustrato y el tamaño de la olla en el crecimiento y rendimiento de los arándanos: resultados del primer año. *Acta Horticulturae*, 1180: 517–522.

Salgado, V.C., Sánchez-García, P., Volke-Haller, V.H., León, M.T. B.C. 2018. Respuesta agronómica de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) al estrés osmótico. *Agrociencia*, 52: 231-239.



Sumedrea D., Ancu I., Oprea E., Sturzeanu M., Nicola, C. 2016. Composición química de la fruta de cultivares de arándanos altos cultivados en diferentes sustratos. *Acta Horticulturae*, 1139: 671–676.

Warncke, D.D. 1986. Análisis de los medios de crecimiento del invernadero mediante el método de extracción por saturación. *HortScience*, 21: 223-225.

Yang, H., Wu, Y., Zhang, C., Wu, W., Lyu, L., Li, W. 2022. Growth and physiological characteristics of four blueberry cultivars under different high soil pH treatments. *Environmental and Experimental Botany*, 197, 104842.

Zamora M. B. P., Sánchez G. P., Volke H. V. H., Espinosa V. D., Galvis, S. A. 2005. Formulación de mezclas de sustratos por programación lineal. *Interciencia*, 30(6): 365-369.

Zarate B. H., Alonso M. G., Morales V. J., Vásquez A., Benito, P., Arellanes, N. 2017 Caracterización física y química de la corteza de pino para la producción de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) en contenedores. *Acta Horticulturae*, 1180: 503–509.

Zhao-Sen X. y Xiao-Chun W. 2009. Estudios sobre sustratos para el cultivo de arándanos. *Acta Horticulturae*, 810: 513-520.



Clave 2023-10AF

Caracterización física y química de sustratos de uso común en el cultivo de arándano

Nuria Aide López Hernández^{1*}, Ramón Trucíos Caciano^{1*}, Yenifer Moreno Sepulveda¹, Enrique Miguel Valle², Aldo Rafael Martínez Sifuentes¹

¹Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera (CENID RASPA) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Gómez Palacio, Durango, México. lopez.nuria@inifap.gob.mx; trucios.ramon@inifap.gob.mx; martinez.aldo@inifap.gob.mx ²División de estudios de posgrado del Instituto Tecnológico de Torreón, Coahuila, México; yenimosep2795@gmail.com; enrique.miguel89@hotmail.com

*Autor de correspondencia: lopez.nuria@inifap.gob.mx; trucios.ramon@inifap.gob.mx

Resumen

La importancia en la elección del sustrato para el cultivo de arándano, radica en que el rendimiento y la calidad del fruto son afectados por el tipo de sustrato empleado. En este trabajo se caracterizaron las propiedades físicas (granulometría, índice de grosor, porosidad y densidad aparente) y químicas (conductividad eléctrica, pH y materia orgánica) de los sustratos de mayor uso en el cultivo de arándano. Los resultados mostraron que el sustrato conformado por fibra + perlita + turba (1:1:1) es el medio que cumple con la mayoría de los requerimientos del cultivo, como partículas que asemejan suelos arenosos; además, de presentar un buen equilibrio entre drenaje y retención de humedad. También cumple con los requerimientos de densidad aparente ($< 0.4 \text{ g cm}^{-3}$), conductividad eléctrica ($< 1.5 \text{ dS m}^{-1}$) y materia orgánica ($> 5 \%$). En conclusión, la caracterización de los sustratos es importante para elegir al que más convenga al tipo de cultivo, en el caso del arándano la mezcla holandesa reúne los requerimientos para su buen desarrollo.

Antecedentes

La importancia en la elección del sustrato para el cultivo de arándano, radica en que el rendimiento y la calidad del fruto, en cuanto a color, tamaño y composición química, son afectados por el tipo de sustrato empleado (Ochmian *et al.*, 2010). Por ejemplo, se demostró que en el cultivar Elliott, la turba con pH de 3.46 genera frutos grandes (diámetro $> 12 \text{ mm}$) (Ochmian *et al.*, 2015). La variedad Sierra, cultivada en cáscara de cacao genera frutos más pequeños y de menor peso (64 g/100 frutos), pero con alta firmeza tanto vertical (512 G mm^{-1}) como horizontal (275 G mm^{-1}); al ser cultivada en turba se obtienen los frutos con mayor contenido de sólidos solubles (14.45 %);



mientras que al ser cultivada en aserrín se obtiene el menor contenido total de antocianinas ($120.92 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) (Ochmian *et al.*, 2009).

Para un buen desarrollo y calidad del fruto, el arándano requiere que su medio de crecimiento tenga alta concentración de materia orgánica, drenaje de agua y aire apropiados, bajo pH y retención de humedad adecuada (Kozinski, 2006). Por este motivo los sustratos más usados en la producción de arándano son la turba (Albert *et al.*, 2010), la mezcla de suelo-aserrín acidificada (Ferreira *et al.*, 2001), el tezontle (Salgado *et al.*, 2018), la fibra de coco (Cruzat y Mancilla, 2010), y una mezcla de turba, perlita y fibra de coco (Ristow *et al.*, 2012).

Justificación

Conocer las propiedades físicas y químicas de los sustratos comúnmente empleados en el cultivo de arándano permitirá elegir el sustrato que mayor convenga según las características del fruto que se deseen alcanzar. Hasta el momento hay poca información de la caracterización de los sustratos por lo que este trabajo pretende ser de apoyo a los agricultores en la elección de éste.

Objetivo

Caracterizar tres sustratos comúnmente empleados en la producción de arándano con el fin de generar información útil para la elección del sustrato, tomando en cuenta las necesidades específicas de este cultivo.

Metodología

La caracterización se realizó en el Laboratorio de Física de Suelos del Colegio de Postgraduados ubicado en Texcoco, Edo. de México, México. El sustrato A correspondió a fibra de coco procedente de Pinotepa Nacional, Guerrero, en pacas de 200 L con una compresión de 2:1 (el volumen original es reducido a la mitad), una conductividad eléctrica (CE) de 1.4 dS m^{-1} y un pH de 5.9, por lo que previo a los análisis se lavó con agua acidulada (pH=4.5) con ácido sulfúrico hasta que la fibra alcanzó una CE de 0.27 dSm^{-1} y un pH de 4.9; el sustrato B fue tezontle proveniente de una mina de Texcoco, Edo. De México; y finalmente, el sustrato C fue una mezcla en volúmenes iguales de fibra de coco, perlita y tuba (1:1:1). La perlita empleada fue de la marca mexicana Agrolita® en presentación de 100 L, y la turba fue canadiense de la marca Promix FLX® en presentación comprimida de 107 L.

La caracterización física incluyó: granulometría (Martínez, 1993), índice de grosor (Richards *et al.*, 1986), porosidad total (Ansorena, 1994); porosidad de aireación (Ansorena, 1994); porosidad de retención de humedad (De Boodt *et al.*, 1974); y



densidad aparente (Ansorena, 1994). La caracterización química incluyó: conductividad eléctrica, pH (Warncke, 1986) y materia orgánica (Ansorena, 1994).

El diseño experimental fue completamente al azar con tres repeticiones, la normalidad se verificó con las pruebas de Shapiro-Wilks, la homogeneidad de varianzas con la prueba de Bartlett, la diferencia entre tratamientos se verificó mediante un análisis de varianza (ANOVA), y la comparación de medias se hizo mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), con el programa estadístico SAS versión 9.0 (SAS Institute, 2002).

Resultados y discusión

El análisis granulométrico (Cuadro 1) mostró diferencias estadísticas entre la granulometría de los sustratos, lo que indica que la distribución y dimensión de sus partículas es diferente para cada uno. Sin embargo, el índice de grosor y el diámetro medio de partícula indican una condición estadísticamente igual entre los sustratos A y B lo que, sugiere puede llegar a verse reflejado en un comportamiento similar en cuanto a la distribución de la humedad, dado que hay reportes de que la retención de agua y capacidad de aireación de los sustratos es función del tamaño de sus partículas (Martínez y Roca, 2011; Vargas *et al.*, 2008). Con base en estos resultados se infiere que el sustrato C puede llegar a ser el más favorable para el arándano, ya que este cultivo prefiere, e incluso crece de manera natural, en suelos arenosos (Pauluiski, 2014), condición similar que ofrecen los sustratos con partículas superiores a 0.9 mm (Martínez y Roca, 2011).

Cuadro 1. Análisis granulométrico, índice de grosor (IG) y diámetro medio de partícula (Dm) de sustratos comúnmente empleados en cultivo de arándano.

Sustrato	Diámetro de partícula								IG ^{††}	Dm
	< 0.25	(0.25 - 0.50]	(0.50 - 1.00]	(1.00 - 2.00]	(2.00 - 3.36]	(3.36 - 4.76]	(4.76 - 6.36]	> 6.36		
	(% en peso)								(%)	
A [†]	10.7b	1.9b	15.3a	7.6c	7.4c	8.4b	3.2b	45.6b	25.0b	4.2a
B	1.5c	0.2c	7.3b	11.4b	30.8a	66.9a	37.9a	253.0a	20.4b	4.1a
C	14.6a	11.4a	13.2a	23.3a	17.0b	12.2b	1.4b	6.9c	50.9a	2.0b

Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). [†]A: fibra de coco; B: tezontle; C: mezcla en volúmenes iguales de fibra de coco, perlita y tuba; ^{††}IG: índice de grosor; Dm: Diámetro medio de partícula.



Respecto al resto de las características físicas (Cuadro 2), el sustrato A es el que tiene el mayor porcentaje de poros, siendo estos, en su mayoría, parte de la porosidad de aireación. El caso contrario es el sustrato B (tezontle), que cuenta con el menor número de poros. En el sustrato C se observa que la mezcla de perlita y turba favorece el equilibrio entre drenaje y retención de humedad (Zhao-Sen y Xiao-Chun, 2009). Para el óptimo desarrollo del arándano se requiere que el sustrato tenga una porosidad total mínima de 40 % (Cruzat y Mancilla, 2010), y una porosidad de retención de agua mayor del 25 % (Zhao-Sen y Xiao-Chun, 2009). Los valores óptimos de densidad aparente se considera que deben ser inferiores a 0.4 g cm^{-3} . Esto es importante a los efectos del transporte y la manipulación y también de la estabilidad de las plantas ante el viento en los viveros (Martínez y Roca, 2011).

Cuadro 2. Caracterización física de sustratos comúnmente empleados en cultivo de arándano.

Sustrato	PT [†] (%)	PA (%)	PRH (%)	Da (g cm^{-3})
Fibra de coco (A)	96.3a	78.9a	17.4c	0.04b
Tezontle (B)	57.2c	30.8b	26.4b	1.17a
A + perlita y turba (1:1:1)	80.9b	27.4b	53.6a	0.11b

Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). [†] PT: porosidad total; PRH: porosidad de retención de humedad; Da: densidad aparente.

Considerando la conductividad eléctrica (CE) de los sustratos analizados se sugiere que todos cumplen con la CE requerida por el cultivo, siendo esta de 1.5 dS m^{-1} para el cv. rabbiteye (Patten *et al.*, 1989) y no mayor a 2 dS m^{-1} para arándanos tipo highbush (Machado *et al.*, 2014). Es necesario considerar que la CE del sustrato es importante ya que se ha comprobado que el medio salino disminuye el crecimiento (biomasa seca total), debido a la pérdida de turgencia, del arándano cv. Biloxi (Vargas *et al.*, 2018) y del tipo highbush (Bryla y Machado, 2011).

En el caso del pH, en este estudio se encontró que, tanto el sustrato A, como el sustrato C, se encuentran dentro del rango de pH óptimo para el cultivo de arándano, que de acuerdo con Cruzat y Mancilla (2010) está entre 4 y 5.6, aunque puede desarrollarse de manera óptima con pH de 6 en algunos casos.

Respecto al contenido de materia orgánica (MO) de los sustratos caracterizados en este trabajo, a excepción del sustrato B (tezontle), los otros cumplen el requerimiento



mínimo que necesita el arándano, de al menos 5% (Cruzat y Mancilla, 2010), para favorecer al crecimiento de las plantas de arándano.

Cuadro 3. Caracterización química de sustratos comúnmente empleados en cultivo de arándano.

Sustrato	Conductividad eléctrica (dS m ⁻¹)	pH	Materia orgánica (%)
Fibra de coco (A)	0.27ab	4.86b	94a
Tezontle (B)	0.15c	7.75a [†]	0c
A + perlita y turba (1:1:1)	0.32a	5.08b	48b

Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). [†]El tezontle es un material prácticamente inerte por lo que el pH determinado corresponde al del agua empleada en el método de determinación.

Conclusión

Se caracterizaron los tres sustratos de mayor uso en el cultivo de arándano. El sustrato que cumplió con la gran mayoría de los requerimientos es conocido como mezcla holandesa y se conforma por fibra de coco + perlita + turba, en volúmenes iguales. Debido a las raíces delgadas y fibrosas del arándano estos requieren sustratos con granulometrías que presenten partículas superiores a 0.9 mm, así como un buen equilibrio entre drenaje y retención de humedad, lo que se puede conocer al analizar los diferentes tipos de porosidades. El cultivo de arándano requiere sustratos con una conductividad eléctrica menor a 1.5 dS m⁻¹, y un alto contenido de materia orgánica para asegurar la calidad el fruto. En conclusión, la caracterización de los sustratos es importante para elegir al que más convenga al tipo de cultivo, en el caso del arándano la mezcla holandesa reúne los requerimientos para su buen desarrollo.



Bibliografía

- Albert T., K. Karp, M. Starast y T. Paal. 2010. The effect of mulching and pruning on the vegetative growth and yield of the half-high blueberry. *Agronomy Research* 8:759-769,
- Ansorena, J. 1994. *Sustratos. Propiedades y caracterización*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Bryla, D.R. y Machado, R.M.A. 2011. Efectos comparativos de la fertirrigación de nitrógeno y la aplicación de fertilizantes granulares sobre el crecimiento y la disponibilidad de nitrógeno en el suelo durante el establecimiento de arándano alto. *Frontiers in Plant Science*, 46: 1-8.
- Cruzat, G.R. y Mancilla, V.M. 2010. *Sustratos de arándanos en condiciones de aridez*. Chile: Ministerio de Agricultura.
- De Boodt, M., Verdonck, O. y Capaert, I. 1974. Método para medir la curva de liberación de agua de sustratos orgánicos. *Acta Horticulture*, 37: 2054-2062.
- Ferreyra, E., Peralta, C., Sadzawka, R., Muñoz, S. y Valenzuela, B. 2001. Efecto de la acidificación del sustrato y del agua de riego en la nutrición, desarrollo y producción de arándano ojo de conejo (*Vaccinium ashei* Reade). *Agricultura técnica*, 61(4): 452-458.
- Kozinski B. 2006. Influence of mulching and nitrogen fertilization rate on growth and yield of highbush blueberry. *Acta Horticulturae* 715:231-235,
- Martínez, F.X. 1993. Propuesta de metodología para la determinación de las propiedades físicas de los sustratos. *Actas de Horticultura*, 11: 55-66.
- Martínez, P.F. y Roca, D. 2011. Sustratos para el cultivo sin suelo. Materiales, propiedades y manejo. En R.V.J. Flórez (Ed.), *Sustratos, manejo del clima, automatización y control en sistemas de cultivo sin suelo* (pp. 37-77). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Ochmian, I., Grajkowski, J., Skupień, K. 2009. Influence of substrate on yield and chemical composition of highbush blueberry fruit cv. 'Sierra. *J. Fruit Ornament. Plant Res.*, 17(1): 89-100
- Ochmian, I., Grajkowski, J., Skupień, K. 2010. Efecto del tipo de sustrato sobre el rendimiento de campo y la composición química de los arándanos cv. Patriota. *Agricultural and Food Science*, 19: 69-80.



Ochmian I., Kozos, K., Chełpiński, P. y Szczepanek, M. 2015. Comparación de la calidad del fruto en cultivares de arándano alto cultivados con métodos convencionales y orgánicos. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39(2): 174–181.

Patten, K., Neuendorff, E., Nimr, G., Haby, V., y Wright, G. 1989. Prácticas culturales para reducir el daño a la salinidad / sodio de las plantas de arándanos ojo de conejo (*Vaccinium ashei* Reade). *Acta Horticulturae*, 241: 207–212.

Paulouski M. 2014. Cultivo de arándanos en Bielorrusia. *Acta Horticulturae*, 1017: 159-162.

Richards, D., Lane, M., Beardsell, D.V. 1986. La influencia de la distribución del tamaño de partícula en la corteza de pino: arena: mezclas de macetas de lignito en el suministro de agua, la aireación y el cultivo de plantas. *Scientia Horticulturae*, 29: 1-14.

Ristow, N.C., Correa, A.L.E., Carpenedo, S. 2012. Substratos para o enraizamiento de microestacas de mirtilheiro cultivar Georgiagem. *Rev. Bras. Frutic.*, 34(1): 262-268.

Salgado, V.C., Sánchez-García, P., Volke-Haller, V.H., León, M.T. B.C. 2018. Respuesta agronómica de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) al estrés osmótico. *Agrociencia*, 52: 231-239.

SAS Institute. 2002. Sistema SAS para Windows. Versión 9.0. SAS Institute, Cary, NC, USA.

Vargas, T.P., Castellanos, R.J.Z., Sánchez, G.P., Tijerina, C.L., López, R.R.M., Ojodeagua, A.J.L. 2008. Caracterización física, química y biológica de sustratos de polvo de coco. *Rev. Fitotec. Mex.* 31(4): 375-381.

Warncke, D.D. 1986. AAnálisis de los medios de crecimiento del invernadero mediante el método de extracción por saturación. *HortScience*, 21: 223-225.

Zhao-Sen X. y Xiao-Chun W. 2009. Estudios sobre sustratos para el cultivo de arándanos. *Acta Horticulturae*, 810: 513-520.



Clave 2023-11AF

Captura de carbono en cafetales del ejido Cumbres de Huicicila, Compostela, Nayarit

Juan M. Lara-Delgado¹, Susana M. L. Marcelleño Flores², J. Irán Bojórquez Serrano³, Oyolsi Nájera González², Rebeca de Haro Mota³, Areli Nájera González²

¹Unidad Académica de Agricultura. Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias. Universidad Autónoma de Nayarit. juan.lara@uan.edu.mx ²Secretaría de Investigación y Posgrado. Cuerpo Académico Recursos Naturales. Universidad Autónoma de Nayarit. susana.marceleño@uan.edu.mx; oyolsi@uan.edu.mx; areli.najera@uan.edu.mx ³Unidad Académica de Agricultura. Universidad Autónoma de Nayarit. iranbojorquez@uan.edu.mx; deharo@uan.edu.mx

Antecedentes

Como fue declarado en el año 2007 por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), la emisión antropogénica desmedida dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O) y metano (CH₄), conocidos como gases de efecto invernadero (GEI), han provocado un desequilibrio en la dinámica atmosférica. Resultando en mayores variaciones climáticas, principalmente aumento en la frecuencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos. A este conjunto de acciones e impactos causados por el hombre se le conoce como Cambio Climático (CC).

Las actividades con mayores emisiones de GEI son aquellos que tienen que ver con la producción de bienes y servicios, así como la disposición final de los productos (Enríquez *et al.*, 2020). En particular, la agricultura es uno de los principales emisores de GEI a nivel mundial, ya que se encuentra ligada al aumento poblacional y la demanda de alimentos (Jaisawal y Agrawal 2019).

De los productos agrícolas, el café es el segundo con mayor movimiento mercantil de manera internacional, por ser el insumo en la elaboración de una de las bebidas más populares, histórica y culturalmente, para la humanidad (Pancsira 2022).

Aunque si bien, al ser un producto agrícola forma parte de actividades antropogénicas que emiten gases a la atmosfera, su modelo de producción en México ofrece diversos servicios ambientales que lo convierten en un cultivo con potencial para combatir el CC.

Como se describe en Challenger (1998) y Soto (2007), las plantaciones de café en México se encuentran situadas dentro de los Bosques mesófilos de Montaña, formando un agroecosistema forestal responsable de distintos procesos que enriquecen al propio ecosistema. En conjunto, estos procesos brindan tres servicios ambientales vitales para hacer frente al CC; captura y almacenamiento de carbono, captación de agua y conservación de biodiversidad (Contreras y Osorio, 2015).



Los bosques son considerados como sumideros de carbono naturales, por una parte, se almacena CO² en el suelo y en la biomasa forestal, y por el otro lado, es la biomasa quien cumple un rol importante para el intercambio de CO² entre la biosfera y la atmósfera, pues las plantas, a través de la fotosíntesis absorben el CO² y lo convierten en carbohidratos, por lo tanto, el manejo de cultivos agroforestales con sombra diversificada como lo son los cafetales son sistemas con potencial para la captura de carbono (Pineda *et al.* 2005). La estimación de la CC se puede realizar de diferentes métodos, el primero de ellos es a través del cálculo de ecuaciones alométricas para obtener biomasa en peso seco de los individuos, este método se denomina como “no destructivo”, por su parte, el método destructivo implica la quema de material leñoso en condiciones controladas en laboratorio; finalmente, mediante percepción remota es posible realizar una aproximación a la CC (Pereira, *et al.* 2013).

Justificación

Las actividades agrícolas son responsables del 14% de las emisiones de GEI a nivel global, estando por debajo del sector energético (26%), industria (19%) y forestal (17%), el sector residencial y comercial emite 8% y 3% es responsabilidad del manejo de residuos (Saynes. *et al.*, 2016).

Como se mencionó con anterioridad, la agricultura se encuentra en el segundo sitio de actividades que emiten mayor cantidad de GEI a la atmosfera. Esta actividad es responsable de alrededor de 35% de las emisiones, debajo de las actividades de transporte responsables de más del 80% de las emisiones GEI globales.

De acuerdo con los datos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), durante el 2005 en Nayarit las actividades agrícolas emitieron los siguientes GEI: CO₂: 12,700 t; CH₄: 36,400 t; y N₂O: 100 t, es decir 49,900t de CO_{2eq}. Pero la extensa cobertura vegetal logró capturar un aproximado de 27,427,912.8 toneladas de CO_{2eq} (INIFAP, 2012). De este modo, la actividad agrícola en Nayarit ofrece mayor captura de carbono que la cantidad de GEI que emite. Sin embargo, los datos se presentan de manera general, por lo que se desconoce cuál es el secuestro de CO_{2eq} por tipo de cultivo, sistema agronómico o cobertura vegetal.

Para el caso de la producción de café, Nayarit es el séptimo lugar de producción a nivel nacional, y, dentro del estado el aromático es producido en 8 municipios de los cuáles Compostela es el mayor productor. El café Nayarita ha ganado popularidad gracias a algunas marcas han logrado consolidarse en mercados tanto nacionales como internacionales, tal es el caso del Café La Cumbre y Café Camila. Según datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), en Nayarit existen alrededor 16,053.4 ha de cultivo. Siendo Compostela uno de los municipios más importantes por ser en donde se concentra el 30% de las hectáreas de producción (SIAP, 2023).



Aunque se conoce que los cafetales ofrecen el servicio ambiental de captación de carbono, no existe al momento algún estudio sobre la captura de carbono en un sistema agroforestal de café en el estado de Nayarit. Por lo tanto, esta investigación es un primer acercamiento al tema, buscando que se reconozca la importancia de este cultivo en las estrategias para combatir el CC y se propongan alternativas para su preservación.

Objetivo

Estimar la captura de carbono de la biomasa aérea de un sistema agroforestal de café en Nayarit.

Metodología

Se tomó como caso de estudio un predio ubicado en el municipio de Compostela, Nayarit, situado en el ejido Cumbres de Huicicila. Esta región presenta de manera natural Bosque Mesófilo de Montaña, con un clima cálido subhúmedo y una altura que va desde los 1000 a 1200 msnm, adicionalmente, en el predio se ha producido café desde 1940, la sombra cubre 55% de la superficie y la producción se realiza con un manejo orgánico.

Para realizar la estimación de la captura de carbono de la biomasa aérea se utilizó el software I-TreeEco (versión 6), siguiendo el método y datos solicitados en el manual de usuario. Este software facilita el análisis forestal y el cálculo de ecuaciones alométricas para la evaluación de algunos servicios ambientales. Fue desarrollada por el Servicio Forestal de los Estados Unidos de América y colaboradores y ha sido adaptado a varios países, incluido México para su uso y aplicación.

Siguiendo las indicaciones del manual, dentro del predio en estudio se eligió una zona al azar para delimitar con una cuerda un perímetro de 18 m de diámetro. Dentro del espacio se identificaron las especies silvestres y posteriormente se obtuvo la siguiente información: 1) Ubicación geográfica de cada árbol; 2) Diámetro a la altura del pecho; 3) Altura de la base del árbol al inicio de la copa; 4) Altura de la copa; 5) altura total del árbol; 6) Ancho del dosel en dos vertientes: norte-sur y este-oeste; 7) Condiciones de salud en las que se encuentra el dosel; 8) Porcentaje del dosel cubierto por hojas; y 9) Lados en las que el árbol recibe luz solar (norte, sur, este oeste, sobre y debajo de él). Los mismos datos mencionados anteriormente fueron tomados para 10 cafetos al azar por cada parcela delimitada. El proceso de muestreo se repitió nueve veces de manera aleatoria dentro predio.

Resultados

Se tomaron datos de 160 árboles y 100 plantas de café. En total las especies registradas fueron 23, siendo las más representativas *Inga sp* (71 individuos), *Cecropia obtusifolia* (21 individuos), y *Quercus castanea* (15 individuos).

Se obtuvieron dos resultados respecto a la captura de carbono; la captura bruta y la la captura de carbono equivalente (CO_{2eq}). La captura bruta se refiere a la captura



únicamente del carbono atmosférico. Por su parte la captura de carbono equivalente ($\text{CO}_{2\text{eq}}$) no solo aborda el CO_2 , sino también los otros GEI de importancia.

Los valores obtenidos indican que la captura de CO_2 bruto es de 24.92 ton/año, mientras que la captura de $\text{CO}_{2\text{eq}}$ es de 91.38 ton/año.

Las especies que más aportan a la captura de $\text{CO}_{2\text{eq}}$ son *Inga sp*, *Cecropia obtusifolia* y *Conostegia xalapensis*, mientras que las que tienen menor importancia en la captura son *Persea americana*, *Quercus laurina* y *Dendropanax arboreus*.

En la Tabla 1 se presentan las especies registradas y su captura de CO_2 bruto y $\text{CO}_{2\text{eq}}$.

Discusión

En el área de estudio, las toneladas capturadas por la biomasa del sistema agroforestal son de 91.38 t/ha de $\text{CO}_{2\text{eq}}$, estos datos son similares a otros descritos en plantaciones con el mismo modelo. Por ejemplo, en Etiopía, se ha calculado un secuestro de carbono en 103.74 ± 9.66 t/ha de $\text{CO}_{2\text{eq}}$ (Garedew *et al.*, 2019). Otro estudio del mismo país, indica que los cafetales bajo sombra de árboles del género *Syzygium* y *Albizia* tienen un secuestro neto de 18.8 y 48.5 t/ $\text{CO}_{2\text{eq}}$ por hectárea respectivamente (Niguse *et al.*, 2022).

Por otro lado, en Brasil, el cultivo de café en conjunto con árboles de goma tiene una capacidad de secuestrar carbono de 195.6 t/ha de $\text{CO}_{2\text{eq}}$ en promedio (Zaro, *et al.*, 2020). Es de considerar que, este país es el principal productor de café en el mundo, de ahí que su capacidad de captura de carbono equivalente sea mayor, el anterior dato compite directamente con el calculado por Manchabajoy *et al.* (2022) que es de 190.17 t/ha en Nariño, Colombia.

Los resultados obtenidos son los primeros calculados para Nayarit, sin embargo, en Veracruz, el secuestro de carbono ahonda en los 85.98 ± 46.39 t/ $\text{CO}_{2\text{eq}}$ /ha para cultivos de café con solamente árboles de sombra (Ruíz-García *et al.*, 2021), el mismo autor sugiere que utilizar barreras vivas puede incrementar un 7% más la CC en este tipo de cultivos.



Tabla 1 Especie y Secuestro de CO_{2eq} en el área de estudio.

Espece	Secuestro bruto de carbono (ton/año)	Secuestro de CO _{2eq} (ton/año)
<i>Inga sp</i>	15.83	58.05
<i>Cecropia obtusifolia</i>	2.38	8.72
<i>Conostegia xalapensis</i>	1.23	4.51
<i>Clethra mexicana</i>	0.96	3.51
<i>Inga vera</i>	0.83	3.04
<i>Quercus rugosa</i>	0.68	2.5
<i>Bursera simaruba</i>	0.43	1.57
<i>Mangifera indica</i>	0.29	1.06
<i>Jatropha curcas</i>	0.25	0.91
<i>Ficus pertusa</i>	0.23	0.84
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.19	0.69
<i>Coffea sp</i>	0.17	0.65
<i>Tecoma stans</i>	0.15	0.56
<i>Citrus x aurantiifolia</i>	0.11	0.4
<i>Syzygium jambos</i>	0.08	0.28
<i>Eugenia sp</i>	0.17	0.27
<i>Ficus insipida</i>	0.07	0.27
<i>Cedrela odorata</i>	0.07	0.25
<i>Dendropanax arboreus</i>	0.03	0.1
<i>Quercus laurina</i>	0.03	0.1
<i>Persea americana</i>	0	0.01
Total	24.92	91.38

Las experiencias de esta y otras investigaciones demuestran que el cultivo de café bajo un modelo agroforestal resulta en un sistema de cultivo sustentable con la capacidad secuestrar carbono (entre otros servicios ambientales), y, por ende, combatir el calentamiento global (Zaro, *et al*, 2020).



Sin embargo, la aportación para combatir el Cambio Climático está determinado por el manejo que lleve la finca. Pico-Mendoza *et al.* (2020), determinaron que en plantaciones con certificación la capacidad de brindar servicios ambientales es mayor que en aquellos que no están certificados. Además, la eficiencia para capturar carbono está ligado a diversos componentes del sistema, como lo son las características biofísicas y socioeconómicas (Panwar, *et al.*, 2022).

Utilizar un método no invasivo junto al apoyo de un software especializado para calcular la biomasa y CC en una plantación agroforestal brinda una facilidad de trabajo y ahorro de recursos al momento de muestrear y obtener resultados, sin embargo, el software presenta limitantes con árboles con un diámetro a la altura del pecho mayor a 300 centímetros, por lo que emplear diversas metodologías en dónde se encuentren árboles de gran tamaño es necesario en caso de que se busque conocer el carbono almacenado y no así su captura.

Conclusiones

La captura o secuestro de carbono en sistemas agroforestales de café resulta en una estrategia básica para 1) combatir el cambio climático, 2) conservar la biodiversidad tanto de fauna y flora, y 3) preservar servicios ambientales principalmente para las comunidades que manejan las extensiones cafetaleras. Además, combinar los datos de captura de carbono con las emisiones de GEI confirmaría que, la producción de café es una actividad agronómica sustentable.

Referencias

Enríquez A., González E., Hara S., y Laciau P. 2020. La huella ambiental en las actividades agropecuarias, explorando el balance de gases de efecto invernadero en norpatagonia. *Presencia* 31(74). 28-32.

Frohmann A., Mulder N., Olmos X. (2020). Incentivos a la sostenibilidad en el comercio internacional, Documento de Proyectos (LC/TS.2020/160), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Garedew, K. F., Beketie, K. T., y Deffere, D. W. (2019) Carbon Sequestration in Coffee Agroforestry of Barbere District, Bale Zone, Southeastern Ethiopia; Implications for Climate Change Mitigation. *Civil an Environmental Research*. 11 (9), 1-11. <https://doi.org/10.71176/CER/11-9-01>

Hoekstra, Ay. Y. Wiedman, T.O., (2014). Humanity's unsustainable environmental footprint. *Science* 344 (6188), 1114-1117. <https://doi.org/10.1126/science.124836>

i-Tree (2021). i-Tree Eco User's Manual_V6.0. Available online: <https://www.itreetools.org/support/resources-overview/i-tree-manuals-workbooks>

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (2012). Programa de Acción ante el Cambio Climático de Nayarit.



Manchabajoy Cañar, J. P., Andrade Díaz, D., y Castillo Marín, A. J. (2022). Evaluation of carbon capture in coffee production systems in the department of Nariño. *Trends in Horticulture*. 5 (2). 83-92. <http://dx.doi.org/10.24294/th.v5i2.1832>

Niguse, G., Iticha, B., Kebede, G., & Chimdi, A. (2022). Contribution of coffee plants to carbon sequestration in agroforestry systems of Southwestern Ethiopia. *The Journal of Agricultural Science*, 1-8. doi:10.1017/S0021859622000624

Panwar, P.; Mahalingappa, D.G.; Kaushal, R.; Bhardwaj, D.R.; Chakravarty, S.; Shukla, G.; Thakur, N.S.; Chavan, S.B.; Pal, S.; Nayak, B.G.; Srinivasaiah, H.T.; Dharmaraj, R.; Veerabhadraswamy, N.; Apsahana, K.; Suresh, C.P.; Kumar, D.; Sharma, P.; Kakade, V.; Nagaraja, M.S.; Singh, M.; Das, S.; Tamang, M.; Kanchan; Dutta Roy, A.; Gurung, T. (2022). Biomass Production and Carbon Sequestration Potential of Different Agroforestry Systems in India: A Critical Review. *Forests*, 13, 1274. <https://doi.org/10.3390/f13081274>

Pereira Coltri, P., Zullo J, Jr., Ribeiro do Valles Goncalves, R., S. Romani, L, A., Silveira Pinto, H. (2013). Coffee crop's biomass and carbon stock estimation with usage of high resolution satellites images. *Journal of selected topics in applied earth observations and remoting sensing* 6(3): 1786-1795.

Pico-Mendoza. J, Pinoargote. M., Carrasco B., y Limongi Andrade, R (2020) Ecosystem services in certified and non-certified coffee agroforestry systems in Costa Rica, *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 44:7, 902-918, DOI: [10.1080/21683565.2020.1713962](https://doi.org/10.1080/21683565.2020.1713962)

Pineda-Lopez M. del R., Ortíz-Ceballos, G., Sánchez Velásquez, L., R., (2005). Los cafetales y su papel en la captura de carbono: un servicio ambiental aún no valorado en Veracruz. *Madera y bosques* 11(2): 3-14.

Ruíz-García P., Conde-Álvarez, C., Gómez-Díaz, J. D., y Monterroso-Rivas, A. I., (2021). Projection of local knowledge-based adaptation strategies of mexican coffee farmers. *Climate*. 9(4). <https://doi.org/10.3390/cli9040060>

Saynes Santillán, V., Etchevers Barra, J. D., Paz Pellat, F., y Alvarado Cárdenas L. O. (2016). Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas agrícolas de México. *Terra Latinoamericana* 34: 83-96



Clave 2023-12AF

Proyecto de Inversión para la Producción de Nopal Verdura en Moctezuma, Sonora.

Francisco Antonio Medina Ortiz, Uriel Angulo Corrales, Jesús Guadalupe Vázquez González, Vladimir Fuentes Mayo, Ricardo Quijada Martínez, Alejandro Córdova Yáñez

¹ Universidad de la Sierra. División de Ciencias Económico Administrativas. Carretera Moctezuma-Cumpas km 2.5. Moctezuma, Sonora, México. C.P. 84560. Tel (634)3429600 Email: jvazquez@universidad de la sierra.edu.mx

ANTECEDENTES

El presente proyecto de inversión para la producción de nopal verdura en la Universidad de la Sierra tiene como objetivo parte de las necesidades económicas de la cualquier institución, ya que con este tipo de proyectos se podrían generar ingresos propios a la Universidad y tener más fuentes de empleos para la población de Moctezuma Sonora, de igual manera pueden integrarse a los estudiantes que requieran desarrollar proyectos de investigaciones en alguna materia o estadía.

Las técnicas utilizadas para obtener información acerca del proyecto se tomaron en cuenta como metodologías fue la entrevista semiestructura que se les realizó a personas conocedoras sobre la temática del nopal verdura, que de igual manera fueran proveedores y nos asesoren en el proceso de la producción, también se utilizaron otras fuentes como la experiencia propia, algunos libros y la memoria de estadía de Pedro Humberto Álvarez.

JUSTIFICACIÓN

Se realizará una proyección financiera con el fin de evaluar, mejorar, optimizar y maximizar los recursos a invertir, para poder alcanzar los objetivos y metas propuestas, así mismo proyectar el proyecto hacia el futuro y decidir sobre la realización o no de la inversión.

El nopal ha demostrado ser un fruto que puede ser empleado en distintas presentaciones, Como alimento, como medicina o como uso cosmético, lo cierto es que el nopal es un producto con gran potencial como fuente de riqueza, que ha sido poco explotado en sonora y la región local de Moctezuma y cumpas.

En el caso del nopal verdura, en México forma parte de la cultura alimenticia nacional y su consumo tiende a crecer en otros países debido a su versatilidad para el consumo y



a su contenido de calcio, potasio y Vitamina A, Vitamina C, y Vitaminas B1,2,3, bajo en calorías y sodio, y sobre todo con un contenido importante de fibra de alta calidad.

El nopal posee propiedades terapéuticas comprobadas:

- Fortalece el hígado y páncreas, consecuentemente sus funciones
- Es un hipoglucemiante natural, por ello resulta un alimento recomendable para diabéticos y obesos
- Auxiliar eficiente para la eliminación del colesterol maligno del sistema circulatorio, que lo hace un aliado muy importante del corazón al prevenir infartos u otras afecciones cardíacas

La importancia del estudio del nopal está principalmente en que es un fruto que puede producirse con los climas extremos que se manejan en el estado de Sonora y tiene propiedades nutritivas y medicinales.

OBJETIVO GENERAL

Formular y evaluar la factibilidad de la Producción de la planta de nopal verdura en la universidad de la sierra, realizando el estudio de la situación financiera utilizando herramientas de la administración.

Objetivos específicos

- Investigación del producto nopal y sus propiedades.
- Investigación de mercado de nopal.
- Clasificar tipos de nopales
- Seleccionar tipo de nopal que se adapte a la sierra de sonora.
- Proyectar flujo de efectivo a 5 años
- Analizar la TIR
- Analizar VPN
- Conocer el periodo de recuperación.

METODOLOGÍA

Determinación del tipo de estudio

Para Díaz (2009), los estudios descriptivos buscan especificar propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. Miden o evalúan diferentes aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar. Desde el punto de vista científico, describir es medir. Esto es, en un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente, para así describir lo que se investiga.



El tipo de estudio que se aplicó para la realización de la presente investigación fue descriptivo, ya que permitió definir y analizar elementos de proyecto para la toma de decisiones

Estrategia y técnicas de recolección de datos

El método que se manejara en esta investigación es mixto ya que recolecta y analiza datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio. En esta investigación el enfoque cuantitativo se aplica al determinar resultados numéricos expresados tablas

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudio económico y financiero

El estudio económico y financiero es la parte más importante del proyecto de inversión, ya que en él se determina cual es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, cuál será el costo total, así como otra serie de indicadores que sirven de base para la parte final y definitiva del proyecto.

Inversión inicial

Tabla I. En la presente tabla se presenta las herramientas y/o equipamiento con los que iniciara dicho proyecto.

Inversión Inicial			
Cantidad	Concepto	Costo uds	Costo Total
5	Herramientas (palas)	245.00	1,225.00
5	Herramientas (azadones)	325.00	1,625.00
5	Herramientas (rastrillo)	130.00	650.00
5	Herramientas (carretillas)	980.00	4,900.00
5	Herramientas (talache)	350.00	1,750.00
10	Trabajadores para cultivo	600.00	6,000.00
1	Cinta de riego (3048 M)	5,600.48	5,600.48
2	Cinta de riego (300 m)	961.64	1,923.28
2	Manguera plana LAY-FLAT (100m)	1,054.69	2,109.38
5	Horas tractor par barbecho, rastra, etc.	650.00	3,250.00
50	Tapones finales de cinta	5.00	250.00
100	Válvula para lay-flat de 17mm	20.75	2,075.00
1	Ponchadora para manguera layflat	594.00	594.00
10,000	Pencas de nopal	4.00	40,000.00
1	Trasporte de pencas	19,000.00	19,000.00
1	IVA por cobro de agrónomas 16%	9,440.00	9,440.00
TOTAL			100,392.14



Ingresos

Tabla II. En la presente tabla se muestran los ingresos esperados durante los primeros cinco años de igual manera su gráfica.

Proyección de Ingresos a 5 años	
Año	Ingresos
2023	\$ 270,000.00
2024	\$ 450,000.00
2025	\$ 450,000.00
2026	\$ 450,000.00
2027	\$ 450,000.00

Costos variables

Tabla III. En la presente tabla se muestra los costos que variaran durante cada mes.

COSTOS VARIABLES				
Concepto	Cantidad	Costo unitario	Requerimiento KG	Costo
Estiércol	50	\$50	50,000	\$2,500
Sulfato de amonio	10	\$390	253	\$3,900
Javas	100	\$60.70		\$6,070.00
Trabajadores eventuales	10	\$1,800		\$18,000
Guantes	10	\$85		\$850.00
			Total	\$31,320

Tabla IV. En la siguiente tabla se muestra cuantas toneladas se esperan producir por año, al igual que el precio por tonelada y cuanto se pretende ganar en el año.

Toneladas Estimadas para un Año	Precio por Tonelada	Total Ingresos Anuales
25	\$ 18,000.00	\$ 450,000.00



COSTOS FIJOS.

Tabla V En la presente tabla se aprecia cuáles serán los costos fijos que se tendrán en el año

Servicio	
Concepto	Costo mensual
Sueldo	\$9,000
IMSS	\$1,500
Total	\$10,500

TASA INTERNA DE RETORNO.

TABLA VI. En la presente tabla se muestra que el proyecto es viable dado a que el resultado es alto.

AÑO	FLUJO DE EFECTIVO
0	-\$ 110,892.14
1	\$ 90,000.00
2	\$ 234,000.00
3	\$ 234,000.00
4	\$ 234,000.00
5	\$ 255,851.07
TIR	134%

CONCLUSIONES

Al finalizar el desarrollo del proyecto, se llegó a la conclusión de que es un proyecto de inversión viable, debido a que el clima y tipo de suelo son los ideales para cultivar nopal verdura, gracias a la elaboración de este proyecto se logrará tener fuente de empleo para las personas de Moctezuma Sonora, igual se producirá y venderá nopal verdura en el municipio con un menor precio y mayor calidad.

En este proyecto de inversión se busca una rentabilidad y para ello es necesario evaluar diferentes factores como el periodo de recuperación para retornar el capital, se tomó una proyección de ventas a 5 años, dando un resultado favorable, recuperándose la inversión en 1 año 5 meses con una tasa de retorno de 134%.

Una vez medidos los factores se puede poner en marcha el proyecto debido a ser un proyecto altamente viable.



BIBLIOGRAFÍA

CALLEJAS, M. (1999). Producción, Costos, Comercialización y Rentabilidad del Nopal Verdura (*Opuntia* spp). *usi.earth*. Recuperado 15 de noviembre de 2022, de <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/unarrow/0070.pdf>

CORTES, L. (2009). Alternativas de exportación de nopal verdura con un valor agregado: Caso Estado de Zacatecas. *bdigital*. Recuperado 11 de noviembre de 2022, de <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11317/557/327822.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CRUZ, R. (2009). RENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE NOPAL VERDURA EN UNA HUERTA DE TRASPATIO FAMILIAR EN EL EJIDO SANTA MARÍA DE RAMOS, MUNICIPIO DE GALEANA, NUEVO LEÓN. *1library*. Recuperado 9 de septiembre de 2022, de <https://1library.co/article/costo-produccion-nopal-rentabilidad-produccion-nopal-verdura-huerta.z123158y>

FIGUEROA, E. (2012). Producción de nopal verdura en condiciones de invernadero. *researchgate*. Recuperado 13 de octubre de 2022, de https://www.researchgate.net/publication/333058778_Produccion_de_nopal_verdura_en_condiciones_de_invernadero

LUNA, J. (2011). PRODUCCIÓN INVERNAL DE NOPAL DE VERDURA. *inifapcirne*. Recuperado 24 de noviembre de 2022, de <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/879.pdf>

Pérez Porto, J., Merino, M. (4 de septiembre de 2013). Definición de proyección financiera - Qué es, Significado y Concepto. *Definicion.de*. Recuperado el 6 de enero de 2023 de <https://definicion.de/proyeccion-financiera/>

REYES, J. A. (2019, 19 junio). El nopal. Relatos e historias de México. Recuperado 19 de septiembre de 2022, de <https://relatosehistorias.mx/nuestras-historias/el-nopal>

RIOS, J. & QUINTANA, V. (2004). MANEJO GENERAL DEL CULTIVO DEL NOPAL. *elquiglobalenergy*. Recuperado 9 de octubre de 2022, de http://www.elquiglobalenergy.com/datos/Manejo_general_cultivo_Nopal.pdf

ROBLES, F. (2008). ECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE NOPAL VERDURA PARA EL NOROESTE DE SONORA. *docplayer*. Recuperado 26 de noviembre de 2022, de



<https://docplayer.es/20508749-Tecnologia-de-produccion-de-nopal-verdura-para-el-noroeste-de-sonora.html>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2019, 19 septiembre). Nopalitos, de MÃ©xico para el mundo. gob.mx. Recuperado 14 de noviembre de 2022, de <https://www.gob.mx/siap/articulos/nopalitos-de-mexico-para-el-mundo>

ZAMORA, F. (2004, marzo). TRABAJO DE OBSERVACIÓN, ESTUDIO Y OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN. usi earth. Recuperado 14 de noviembre de 2022, de <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/unarrow/0018.pdf>



Clave 2023-13AF

Degradación de los recursos genéticos forestales en México



Clave 2023-14AF

Uso y conservación de las plantas medicinales en el municipio de Rosamorada, Nayarit

Imelda Rodríguez Ochoa, Antonio Flores Sojo, Lucia Flores Sojo, Miguel Nuñez Rentería

Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario N.72 Rosamorada, Nayarit

INTRODUCCION

El municipio de Rosamorada tiene en su haber una riqueza herbolaria tan grande, como lo tiene otras latitudes, pero el problema es la falta de conocimientos de que curan las diferentes plantas que encontramos a la mano y que pueden mitigar sus males a un costo sumamente bajo.

La medicina natural esta en su punto de moda, en lo mas alto de la cima y esto se debe a los grandes beneficios que le ha otorgado a la salud de personas, todos sabemos que los medicamentos químicos afectan nuestro estomago es por eso que la demanda de medicamentos naturales está aumentando.

La botica más surtida del país enriquecida con la sabiduría de pueblos y comunidades indígenas. El 90% de la población mexicana ha optado por alguna de las plantas medicinales por lo menos una vez en su vida.

OBJETIVOS

Los objetivos que se pretenden son: conocer las plantas medicinales que los habitantes utilizan de forma cotidiana en el municipio de Rosamorada Nay. Aplicando cuestionarios sobre el uso de las mismas, previo análisis de estos.

-Propagar las plantas que los habitantes usan considerando el cuestionario.

-Deseamos pues que el presente documento nos lleve a conocer que las plantas medicinales considerando la investigación previa.

La idea principal es conocer las plantas medicinales que son menos nocivas que los medicamentos sintéticos del mercado, que luego cambian constantemente de nombre y presentación. Así como proporcionar la información necesaria para guiar la



recomendación para su consumo y obtener los mejores resultados en la prevención y curación de las enfermedades.

REVISION DE LITERATURA

El uso de las medicinas alternativas como las plantas medicinales y los suplementos dietarios han sido una practica tradicional que no ha caído en desuso (Barthelson et al., 2006 Se estima que 80%de la población mundial depende de remedios herbolarios tradicionales y que al menos 35,000 especies vegetales presentan potencial para uso medicinal (Anna y Houghton, 2007:141-144). La gran diversidad vegetal y amplia riqueza cultural de México ha favorecido el aprovechamiento de las plantas con fines medicinales desde épocas prehispánicas (Martínez, 1996).

METODOLOGIA

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del sitio

La presente investigación parte de una reflexión teórica - metodológica para comprender el uso y conocimiento de las plantas medicinales, se lleva a cabo en el municipio de Rosamorada en comunidades del área de influencia en las cuales se aplico un cuestionario para conocer, que plantas medicinales consumen los habitantes de esas comunidades.

CENTRO DE BACHILLERATO TECNOLOGICO AGROPECUARIO N.72 ROSAMORADA, NAYARIT

CUESTIONARIO DE INVESTIGACION

(PROYECTO DE PLANTAS MEDICINALES 2022-2023)

Nombre de la persona entrevistada: _____

Lugar de origen: _____

- 1) ¿Utiliza plantas medicinales y cuáles utiliza?
- 2) ¿Para qué las utiliza?
- 3) ¿Cómo las utiliza?
- 4) ¿Le ha funcionado su uso?
- 5) ¿Compra las plantas o las siembra?
- 6) ¿Qué otro uso les da?
- 7) ¿Hace remedio con las plantas?
- 8) ¿Cómo las prepara?



- 9) ¿Vende las plantas medicinales o las regala?
- 10) ¿Qué remedios nos recomienda y como los elabora?
- 11) ¿Qué plantas medicinales tiene en su casa?
- 12) ¿Qué otros usos se les da a las plantas medicinales?
- 13) ¿Prefiere el uso de medicamentos o plantas medicinales?
- 14) ¿En dónde aprendió lo que sabe de planta medicinales?
- 15) ¿Cuál considera que sea la importancia del uso de plantas medicinales?

DISEÑO UTILIZADO

El diseño será aleatorio completamente al azar en la distribución de los cuestionarios en cada comunidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se aplicaron 15 cuestionarios por comunidad para rescatar los datos de las plantas medicinales y sus usos, recogiendo opiniones, conceptos y creencias. Las preguntas fueron abiertas obteniéndose lo siguiente:

Nombre vulgar	Uso para problema de salud	Como las emplea y/o consume
Eucalipto	Para la tos	En infusión (Té)
Cacahuananche	Para la fiebre	Fricciona en agua, baños
Hierva del arlomo	Para piquetes de arlomo	Se pone a hervir y se toma
Rosa amarilla	Para la hepatitis	Se cosen las cascarras y se toman
Hierbabuena	Para dolor de estomago	Se pone a hervir y se toma
Estafiate	Para dolor de estomago	En infusión (Té)
Mastranzo	Para la diarrea	Se pone a hervir y se toma



Árnica	Para golpes y desinflamar	En infusión (té) Pone a reposar en alcohol de caña y se unta.
Hierba santa	Para el estomago	Se hierve y se toma
Orégano	Para dolor de estomago	Se hierve y se toma
Té de limon	Para los nervios	Se hierve y se toma
Manzanilla	Para cólicos	Se hierve y se toma
Albahaca	Para dolor de oídos	Se hierve y se toma
Pasiflora	Para los nervios	Se pone a hervir y se toma
Ruda	Para dolor de oídos	Se machaca y pone la hierba directa en oídos
Guayabo (hojas)	Para las encías, reafirma los dientes, dolor cólico	Masticado, en infusión
Gordolobo	Para la tos	En infusión (té)
Marihuana	Para reumas, dolor articular	Se pone a reposar en alcohol de caña y se unta, en infusión
Valeriana	Para los nervios	En infusión (té)
Romero	Para la tos	En infusión
Sábila	Para curación de heridas	Machacado aplica directo en herida

CONCLUSIONES

A lo largo de la historia la población en Rosamorada; Nayarit sobre todo la población indígena ha recurrido a la medicina herbolaria y pasaron a formar parte de la medicina domestica y como parte de su cultura, situación que predominan y evidencia los cuestionarios y sus respuestas en la medicina tradicional.



La manera en que se utilizan las plantas medicinales ya sea machacadas para emplastos, maceradas en algunas bebidas espirituosas para tónicos, en cocimiento para vaporizaciones o preparadas en te e infusiones frutos, semillas, bulbos y cascara ofrecen remedios para aliviar, curar o mantener la salud física, emocional, mental o espiritual, mejorar la calidad de vida a menor costo.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Annan, Kofi y Peter J. Houghton, 2007, “Antibacterial, Antioxidant and fibroblast Growth Simulation of Aqueous Extracts of ficus asperifolia Miq. And Gossypium arboretum L., Wound-healing Plants of Ghana”, en Journal of Ethnopharmacology, vol. 119, pp. 141-144.
- 2) Barthelson, Roger A., et al, 2006, “Development of a Comprehensive Detection Method for Medicinal and Toxic Plant Species”, en American Journal of Botany, vol 4, pp.566-574.
- 3) Martínez Moreno, David et al., 2006. “Plantas medicinales de cuatro mercados de Puebla”, en Boletín de la Sociedad Botánica de México, vol. 79, pp.79-87.
- 4) Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2021.



Clave 2023-15AF

Evaluación de dos métodos de control de trips (*Frankliniella occidentalis*) en el cultivo de frambuesa (*Rubus idaeus*) en la region Valles de Jalisco

Jorge Armando Peralta-Nava¹, Faustino Ramírez-Ramírez¹, María de Jesús Ramírez-Ramírez¹, Osvaldo Amador-Camacho¹, Violeta Haide Plazola-Soltero¹, Luz Andrea Espíritu Aguilar

¹Tecnológico Nacional de México Campus Tlajomulco, Jal., Departamento de Ciencias Agropecuarias Km. 10 carretera Tlajomulco-San Miguel Cuyutlán. Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. CP 45640 Tel (33) 3772-4426 Y 3772-4427 E-mail: jorge.pn@tlajomulco.tecnm.mx

INTRODUCCIÓN

Las berries (zarzamora, fresa, frambuesa y arándanos), son especies que, pese a que requieren inversiones considerables de capital para su cultivo, su elevada rentabilidad, el rápido retorno de la inversión, los altos requerimientos de mano de obra, la versatilidad en la producción de frutos para consumo y las posibilidades de exportación factibles, los convierten en cultivos con un gran potencial agrícola (Lagunes-Fortiz, *et al* 2021).

La producción de Frambuesa (*Rubus idaeus*) del 2017 al 2021 fue de 17 mil toneladas a 166 mil toneladas respectivamente por lo que ha tenido un crecimiento constante durante los últimos 10 años (SIAP, 2022)

Una problemática de gran impacto en el los cultivos es la presencia de insectos plagas que afectan su calidad y rendimiento, dentro de estos se encuentran de manera importante los trips (Torres-Villa et al. 1994)

El daño causado por los trips en los cultivos depende de factores como: la habilidad para causar daño por su alimentación, el tamaño de la población, el estado de crecimiento de la planta, su vulnerabilidad, daños por ovoposición, duración de la infestación, capacidad de dispersión y la disponibilidad de condiciones climáticas adecuadas para su desarrollo (Reitz, 2009)

El combate de los trips debe hacerse en forma integrada para que sea eficaz, económico y afecte poco a los insectos polinizadores (Mora, 1997). Entre estos métodos podemos encontrar: el control químico donde se utilizan plaguicidas para el combate de las plagas que atacan a los cultivos. Los plaguicidas pueden ser naturales o sintéticos.



En los insecticidas Sintéticos se encuentran los grupos de: Organoclorados, Organofosforados, Carbamatos, Piretroides, Organoazufrados entre otros (Lagunes y Rodríguez, 1989)

Los Plaguicidas Naturales se sabe que contienen extractos naturales con propiedades insecticidas, lo que representa una esperanza futura para el control de plagas insectiles (Lagunes, 1982). Con base en lo antes planteado esta investigación propone evaluar dos métodos de control de trips (*Frankliniella occidentalis*) en el cultivo de frambuesa (*Rubus Idaeus*)

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló del mes de agosto a diciembre del 2023 en San Isidro Mazatepec Municipio de Tala Jalisco. Se utilizó planta de Frambuesa de la variedad Adelita de 2 años, se realizaron las labores culturales y manejo del cultivo tradicional.

Descripción del Ensayo Experimental

Se estableció un diseño experimental de bloques completamente al azar con 6 bloques y 20 plantas por bloque, los tratamientos evaluados consistieron en: T1 Murato (Aceite de ajo, Aceite de Neem y Aceite de canela) 2ml/l de Agua, T2 Exalt (Spinetoram) 2ml/l de Agua y el Testigo Rescate (Acetamiprid) 2gr/l de Agua. Se realizaron cinco aplicaciones con separación de 15 días entre ellas. Para la aplicación se utilizó una motobomba de la marca TAKSHI

La variable evaluada fue porcentaje de efectividad

Antes y después de la aplicación de los tratamientos se contabilizó la presencia de trips en sus diferentes estadios (huevo, ninfa y Adulto) en las flores y las hojas próximas a la flor, esto para obtener el porcentaje de efectividad

Los datos obtenidos se transformaron por el arcoseno de la raíz cuadrada de $X/100$ antes de su análisis para homogeneizar sus varianzas (Lentner y Bishop, 1993), además se obtuvo peso fresco y seco de los tratamientos. El análisis de Varianza y prueba de medias de las variables fue realizado mediante la paquetería estadística InfoStat versión 2017.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

Los datos obtenidos de las variables evaluadas se les realizaron ANOVA y prueba de Tukey ($P < 0.05$) para determinar si hay diferencias significativas entre los tratamientos.



Porcentaje de Eficacia en el control de trips Adultos

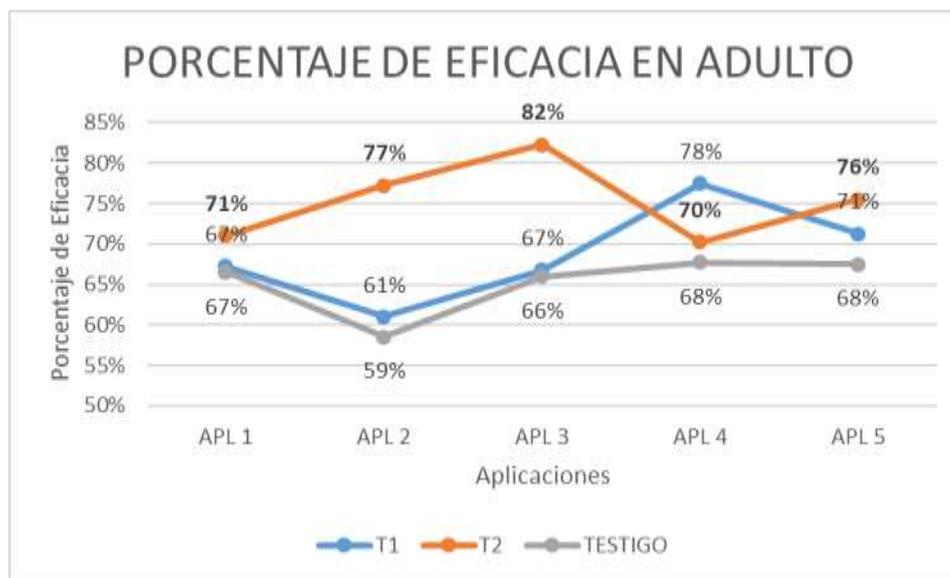
Como se puede apreciar en la tabla 1 la aplicación que más destacó en el control de trips fue el tratamiento 2 (Exalt), obtuvo un mayor porcentaje de eficacia en tres de las 5 aplicaciones realizadas.

Tabla 1. ANOVA y prueba de medias para la variable Porcentaje de Eficacia de Control de Trips Adulto.

ADULTO	APL 1		APL 2		APL 3		APL 4		APL 5	
	MEDIA *	GPO	MEDIA NS	GPO						
T1	67.25	A	61	B	66.75	B	77.50	A	71.25	A
T2	71	A	77.25	A	82.25	A	70.25	A	75.50	B
TESTIGO	66.50	A	58.50	B	66	B	67.75	A	67.50	A
C.V	7.63		11.17		9.31		09.05		05.04	

NS= NO son Significativos, * Son Significativos y ** Altamente Significativos

En la Aplicación 1, 2 y 3 el tratamiento 2 (Grafica 1) obtuvo 71%, 77,25% y 82.25% respectivamente en eficacia para el control del Trips. Comparado con el Testigo el Tratamiento 2 obtuvo 4.5%, 18.75% y 16.25% más efectividad que el testigo.



Grafica 1. Porcentaje de Eficacia en el control de Trips Adulto durante las 5 aplicaciones



Porcentaje de Eficacia en control de Ninfa de trips

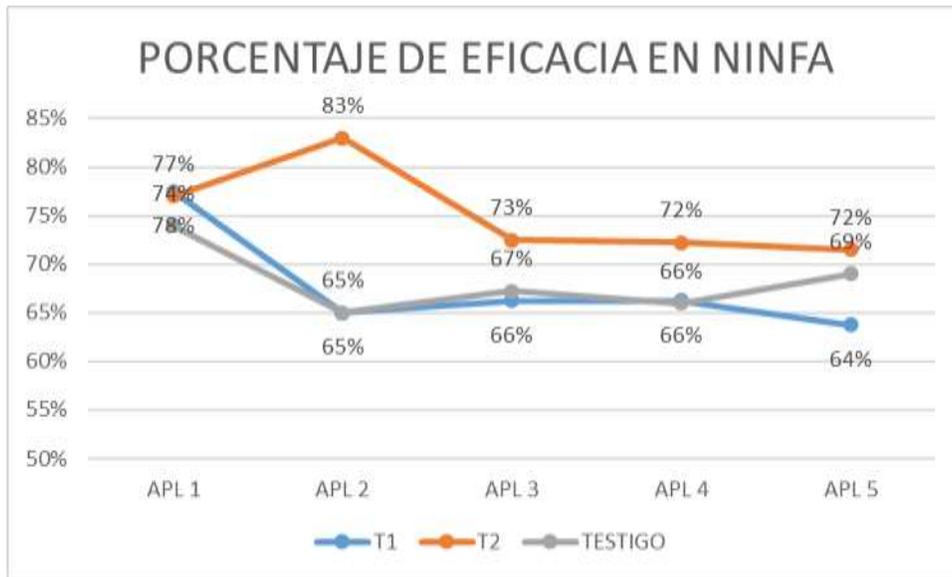
El control de ninfa como se muestra en la tabla 2 la aplicación que más destacó fue tratamiento 2 Exalt (Spinetoram) destacando la aplicación 2, 3 y 4 a diferencia del tratamiento 1 Murato(Aceite Ajo, Aceite Neem, Aceite Canela) y el testigo Rescate (Acetamiprid). Obteniendo 83%, 72,5% y 72,25 % respectivamente en la eficacia de control de ninfa de trips.Comparado con el testigo (rescate) el tratamiento 2(Exalt) se obtuvo 18% , 5,25% y 6.25% más de eficacia en comparación con el testigo en el control de ninfa de trips.

Tabla 2. ANOVA y prueba de medias para la variable Porcentaje de Eficacia de Control en Ninfas de Trips.

	APL 1		APL 2		APL 3		APL 4		APL 5	
NINFA	MEDIA	NS GPO	MEDIA	* GPO	MEDIA	NS GPO	MEDIA	NS GPO	MEDIA	NS GPO
T1	77.50	A	65	A	66.25	A	66.25	A	63.75	A
T2	77	A	83	A	72.50	A	72.25	A	71.50	A
TESTIGO	74	A	65	A	67.25	A	66	A	69	A
C.V	15.75		11.84		4.62		5		5.61	

NS= NO son Significativos, * Son Significativos y ** Altamente Significativos

En la gráfica 2 se puede observar el porcentaje de rendimiento de cada uno de los tratamientos, teniendo así al Tratamiento 1 (Aceite Ajo, Aceite Neem, Aceite Canela), Tratamiento 2 (Spinetoram) y Testigo (Acetamiprid).



Grafica 1. Porcentaje de Eficacia en el control de Trips en ninfa durante las 5 aplicaciones

Tratamiento 1 con una media de 67.75 % y mostrando un menor porcentaje de eficacia, Tratamiento 2 con una media de eficacia de un 75.25% y al Testigo con porcentaje de eficacia de 73.65%.

Discusión

La molécula del spinetoram actúa tanto por ingestión como por contacto. Su modo de acción es a nivel del sistema nervioso central, con un mecanismo único, que no lo expone a resistencia cruzada con insecticidas de otros modos de acción. El efecto inicial del insecticida se manifiesta por temblores y falta de coordinación y al final parálisis y la muerte (Dow AgroSciens, 2022).

Siebert, et al (2016) obtuvo resultados similares al evaluar la eficiencia de la molécula Spinetorm en el control de *Frankliniella fusca* (Hinds) en plántula de algodón encontró que es más eficiente para reducir la infestación del trips que otras moléculas similares.

CONCLUSIONES

El tratamiento con mejores resultados fue el tratamiento 2 (Exalt) demostrando una mayor eficacia ante el control de trips en reducción ante aplicaciones. Una vez realizada las distintas aplicaciones y demostrando así su eficacia ante el control de trips con una diferencia de hasta un 30 %, el control de trips con productos químicos es mejor pero lleva varias desventajas las cuales son que son productos que puedes generar resistencia a las plagas y pueden causar serios daños a la salud

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



- D DowAgroscience. (2022). *Ficha técnica Exalt*. Corteva. Retrieved February 16, 2023, from <https://www.corteva.mx/content/dam/dpagco/corteva/la/mx/es/products/files/DF-label-Exalt.pdf>
- Lentner M. and T. Bishop (1993) *Experimental Design and Analysis*. Valley Book Co. Virginia, USA. 585 p
- Lagunes, T. A. 1982. Manejo de insecticidas piretroides. Colegio de Postgraduados. Chapingo. Edo. De México. 29 pp.
- Lagunes, T. A. y. Rodríguez, J. C. 1989. Grupos toxicológicos de insecticidas y acaricidas. Centro de Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados. Chapingo. 228 p.
- Lagunes-Fortiz, E. R., Lagunes Fortiz, E., Gómez-Gómez, A. A., Leos-Rodríguez, J. A., & Omaña-Silvestre, J. M. (2020). Competitividad y rentabilidad de la producción de frutillas en Jalisco. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 11(8), 1815–1826. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i8.2595>
- Mora, M. J. 1997. Guía del cultivo de mango. Sistema Institucional de Investigación Agropecuaria, Dirección Regional Pacífico Central. Costa Rica. Manual de recomendaciones. <http://www.infoagro.cr/tecnological>.
- Reitz, S. R. 2009. Biology and ecology of the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae): The Making of a Pest. *Florida Entomologist* 92 (1):7-13.
- SAGARPA. 2017. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Agricultura. Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. Frutas del bosque. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257076/potencial-frutas-del-bosque.pdf>.
- SIAP. 2022. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Panorama Agroalimentario 2022. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/panorama-agroalimentario-258035>
- Siebert, M. W., Nolting, S., Dripps, J. E., Walton, L. C., Cook, D. R., Stewart, S., ... & Herbert, A. (2016). Efficacy of spinetoram against thrips (Thysanoptera: Thripidae) in seedling cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Journal of Cotton Science*, 20(4), 309-319.



Clave 2023-17AF

Importancia económica de la producción de berries en México

Maki Díaz Griselda^{1*}, Rocha Ibarra Jesús Ernesto¹, Mireles Arriaga Ana Isabel²

¹Universidad de Guanajuato, campus Irapuato-Salamanca. División de Ingenierías-Departamento de Arte y Empresa. Carretera Salamanca - Valle de Santiago km 3.5 + 1.8 Comunidad de Palo Blanco, Salamanca, Guanajuato, México. C. P. 36885 g.maki@ugto.mx je.rocha@ugto.mx ²Departamento de Agronomía, División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. ana.mireles@ugto.mx

RESUMEN

De los cultivos agrícolas que se producen en México, el grupo de frutas y hortalizas representa una de las actividades más rentables. México es uno de los principales productores y exportadores de cultivos hortofrutícolas en el mundo (FAO-FAOSTAT, 2022). La producción y comercialización de frutas y hortalizas es una de las actividades económicas más relevantes para el desarrollo agrícola de México, el grupo de frutas conformado por la frambuesa, fresa, zarzamora y arándano, conocido como “berries”, representa uno de los principales productos de exportación y contribuye al posicionamiento del país entre los principales exportadores agrícolas. La participación en la producción nacional, durante 2020 se comportó de la siguiente forma: arándano 0.2%, frambuesa 0.5%, fresa 3.6% y zarzamora 1.3% (SIACON, 2020); y en la producción mundial México ocupó el 6° lugar en arándano (48,999 t), el 2° en frambuesa (128,848 t), el 3° en fresa (861,337 t) y se registró como el primer productor mundial de zarzamora (298,024 t) (FAO-FAOSTAT, 2022; INTRACEN, 2022); mientras que el consumo *per cápita* registrado en el mismo año para berries en México fue arándano 0.1 kg, frambuesa 0.3 kg, fresa 4.7 kg y zarzamora 1.8 kg (SIAP, 2022). México es uno de los principales países exportadores de frutillas, y en 2020 se reportó que, el volumen de las exportaciones de fresa fue 125,929 t, mientras que, del grupo integrado por frambuesas, zarzamoras y moras fue 47,942 t (INTRACEN, 2022). Las berries representan el tercer producto agrícola más exportado, México exporta 52.21% de la producción de fresa y 41% de la producción de frambuesa, zarzamora y mora. Los principales destinos de las exportaciones mexicanas son Estados Unidos (87%) y Canadá para fresas y, Chile (50.23%), Estados Unidos (40.47%) y Canadá (23.27%) para frambuesas, zarzamoras y moras (INTRACEN, 2022). Así, México representa el proveedor más importante de fresas frescas en el mercado estadounidense.



BIBLIOGRAFÍA

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2022. FAOSTAT. Datos sobre alimentación y agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia. <https://www.fao.org/faostat/es/#data> (Recuperado febrero 2022)
- INTRACEN, 2022. Estadísticas del comercio para el desarrollo internacional de las empresas. <https://www.trademap.org> (Recuperado febrero 2022)
- SIACON, 2020. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta SIACON. Programa informático, versión 2020. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>
- SIAP, 2022. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119> (Recuperado febrero 2022)



Clave 2023-18AF

Potencial bioenergético de *Agave cupreata* en cuatro localidades del estado de Guerrero

Moreno Vianey*; Vargas Dolores*, Cortés Antonio*, Reyes Roxana**

*Facultad de Ciencias Químico Biológicas (UAGRO), **Facultad de Ciencias Naturales (UAGRO)

vmd_96@hotmail.com, dvargas@uagro.mx

Antecedentes: De acuerdo a la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, se busca promover la producción de insumos Bioenergéticos, a partir de las actividades agropecuarias, forestales, procesos biotecnológicos y enzimáticos del campo mexicano, sin poner en riesgo la seguridad y soberanía alimentaria del país (DOF, 2008). **Justificación:** En el proceso de producción de mezcal de *Agave cupreata*, las hojas representan el 46% del peso total de la planta, sin embargo, estas hojas no se utilizan en ningún otro proceso, convirtiéndose en un producto de desecho. El uso de residuos agrícolas en la producción integral de bioetanol, producto de la a través de la fermentación alcohólica de los azúcares reductores, se considera una alternativa viable y sustentable que no pone en riesgo la seguridad alimentaria de la población. **Objetivo:** Determinar el potencial bioenergético de *A. cupreata* por medio de la evaluación de azúcares totales y reductores. **Metodología:** Se recolectaron plantas de *Agave cupreata* de 4 localidades del estado de Guerrero, Axaxacualco, La laguna, Tenantla, pertenecientes al municipio de Eduardo Neri y Santa Cruz del municipio de Chilapa de Álvarez. Las hojas de *A. cupreata* se procesaron para la cuantificación de jugo, fibra y melaza, posteriormente se sometió el jugo a condiciones de hidrólisis para su posterior análisis de azúcares totales por medio de dos métodos fenol-sulfúrico y Antrona. Por otra parte se utilizaron dos métodos adicionales para azúcares reductores DNS y Eynon-Lane. **Resultados:** No se observó diferencia significativa en la cantidad de jugo, fibras y melaza obtenido de las hojas en las 4 localidades. La cantidad de azúcares totales para la comunidad de la Laguna, presentó una diferencia significativa con respecto a las demás localidades. El mejor método para determinar azúcares reductores fue el método Eynon-Lane. No existe una diferencia significativa entre los métodos de detección de azúcares totales. **Discusión:** Los factores como época de recolección, lugar y edad de la planta de agave tienen un papel importante en los niveles de azúcares presentes. Además, el cultivo del agave demanda menor cantidad de agua y fertilizantes, por lo que es capaz de crecer en suelos pobres, a temperaturas extremas no aptas para los cultivos alimentarios. **Conclusión:** Se considera que a las hojas de *Agave cupreata* de la localidad la Laguna, como un potencial bioenergético para la producción de bioetanol, debido a su alta cantidad de azúcares totales y reductores. **Bibliografía:** DOF. 2008. Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos (DOF-01-02-2008). Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, México. 12 p.



Clave 2023-19AF

Análisis microbiológico de bioles para su uso en agricultura orgánica

Flores Saúl; Damián Agustín¹; Vargas Dolores²; Vázquez Mirna³; Hernández Antonio³; Damián Pável³.

¹Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local; ²Facultad de Ciencias Químico-Biológicas; Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. 15455858@uagro.mx, agudana@yahoo.com.mx, alvamatil@hotmail.com

Antecedentes: El uso de biofertilizantes (bioles) está adquiriendo gran relevancia al ser productos ecológicos, relativamente económicos, además de proporcionar otros beneficios, como disponibilidad de nutrientes para las plantas, prevenir el ataque de fitopatógenos, controlar el estrés abiótico y biótico (Fasusi *et al.*, 2021). **Justificación:** A pesar de sus grandes beneficios, estos pueden convertirse en fuentes potenciales de contaminación si no son adecuadamente procesados, ya que, al ser preparados con una gran diversidad de materiales como el estiércol, pueden presentar bacterias del grupo coliformes en abonos orgánicos, lo cual es considerado como un criterio de contaminación y mala calidad sanitaria (Cancino *et al.*, 2018). **Objetivo:** Determinar la calidad microbiológica de bioles en cultivos agrícolas mediante la búsqueda de coliformes totales y fecales. **Metodología:** El estudio consistió en la elaboración de biofertilizantes, los cuales fueron suministrados en diferentes proporciones obteniendo 5 tratamientos, 4 repeticiones y una unidad experimental por biofertilizante. La determinación de bacterias coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* se realizó mediante la técnica de diluciones en tubo múltiple (Camacho *et al.*, 2009). **Resultados:** A partir de sustratos orgánicos se obtuvieron 5 tratamientos elaborados a diferentes concentraciones. Los factores de olor y formación de nata en los tratamientos fueron aptos para determinar su calidad en la elaboración. El análisis microbiológico de los tratamientos fue negativo a coliformes totales y fecales. **Discusión:** La ausencia de coliformes totales y fecales, representa uno de los parámetros importantes para determinar la inocuidad de alimentos para el consumo humano. **Conclusión:** En base a los parámetros microbiológicos de los biofertilizantes, se encontró ausencia del grupo de coliformes, por lo tanto, se consideran como productos factibles para su uso en cultivos agrícolas. **Bibliografía:** Camacho, A., Giles, M., Ortegón, A., Palao, M., Serrano, B., y Velázquez, O. (2009). Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos. 2ª ed. Facultad de Química, UNAM. México. 1-17. Cancino, G., Rosales, E., y Herrera, F. (2018). La inocuidad de lixiviados de biofertilizantes factor de calidad para uso en agricultura orgánica. Centro de Graduados. Instituto Tecnológico de Mérida, 33(72), 121-125. Fasusi, A., Cruz, C., y Babalola, O. (2021). Agricultural Sustainability: Microbial Biofertilizers in Rhizosphere Management. *Rev, Agriculture*, 11 (1). Pp: 163.



Clave 2023-20 AF Cálculo de la potencia de la muestra

Bladimir Peña Parra, Juan Borrayo González, Sergio Martínez González, Carlos Omar de la Cruz Moreno, Socorro Salgado Moreno, Francisco Escalera Valente

Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit, Km 3.5 Carretera Compostela – Chapalilla, Compostela, Nayarit, México CP 63700., jbladimir@uan.edu.mx, fernando.borrayo@uan.edu.mx, sergio.martinez@uan.edu.mx, socorro.salgado@uan.edu.mx

La Potencia de la Muestra (Poder Estadístico, Poder de Análisis) es la probabilidad de que en un estudio de determinado tamaño de muestra se detecte como estadísticamente significativa una diferencia que realmente existe (error tipo II $1-\beta$).

Para esto debemos precisar la media que esperamos encontrar y su desviación estándar poblacionales. Estos datos los podemos obtener de 3 formas:

- 1.- de estudios similares publicados en revistas.
- 2.- con estudios piloto de 25 sujetos.
- 3.- si no se puede lo anterior se asigna la máxima probabilidad con el que se puede representar la variable en cuestión que es en variables cuantitativas, se determina la diferencia entre el máximo y el mínimo valor esperable, se divide entre cuatro y por lo tanto, se tienen una cierta aproximación al valor de la desviación estándar poblacional.

El nivel de confianza deseado (Z). Indica el grado de confianza que se tendrá de que el valor verdadero del parámetro en la población se encuadre en la muestra calculada, cuando más confianza se desee, será más elevado el número de sujetos necesarios. Este se fija en función del interés del investigador. Los valores comunes son 99, 95, 90 %. Hay que precisar que los valores que se introducen en la fórmula son del cálculo del área de la curva normal (Tablas Distribución Normal Z).

Al definir las hipótesis experimentales (H_0 . hipótesis nula y H_a . hipótesis alterna o de investigación) se procederá a usar el valor z de una cola o dos colas, ya que son valores diferentes como se observa en la tabla siguiente.

Error	Nivel Confianza %	Valor Z	
		2 Colas	1 Cola
1	99	2.5758	2.3226
5	95	1.9599	1.6448
10	90	1.6448	1.2815



Para determinar la utilización del Valor z, el cual puede ser de una cola izquierda (<) o una cola derecha (>) o de dos colas (\neq , <>), esto es observado en la definición de la hipótesis de investigación o alterna (H_a).

Nota: si seleccionamos un nivel de confianza del 95% se puede afirmar que el 95% es la probabilidad de que el valor verdadero de lo que se está estudiando en la población se encuentre en la muestra estudiada.

Precisión Absoluta (d) es la amplitud deseada del intervalo de confianza a ambos lados del valor real (dos colas) o a un lado del valor real (una cola) de la diferencia de las dos proporciones (en puntos porcentuales) las precisiones absolutas comúnmente utilizadas son:

%	Valor d
90	0.10
95	0.05
99	0.01

Cuando más precisión se desee más estrecho será este.

Se deben de contemplar los siguientes factores a la hora de formular el poder de la muestra:

hipótesis, error de tipo II o Error β así como los recursos del investigador limitados o no (numero de muestras).

Estadístico para calcular la potencia de la Muestra:

$$z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}}$$

Caso práctico:

Efectividad de nuevo fármaco para el dolor, queremos determinar el poder de la muestra por medio de los tiempos medio de reacción, es de 300 minutos en medicamento actual, conocemos de la bibliografía que el tiempo de reacción tiene una desviación estándar 24 minutos, y un nivel de confianza del 99%, con una muestra de 64 elementos, el nuevo fármaco la eficacia aumenta al menos 10 minutos, recordando que la potencia mínima necesaria es de 80%



hipótesis:

hipótesis nula:

ho. μ fármaco actual = μ fármaco nuevo

hipótesis de Investigación:

ha. μ fármaco actual < μ fármaco nuevo

se determina ha. un caso de una cola por izquierda, obteniendo un valor z de 2.3226 a un nivel de confianza de 99%. Sustituyendo los parámetros en la fórmula obtenemos:

Datos:

$$z = 2.3226, \bar{X} = ?, \mu = 300 \text{min}, \sigma = 24 \text{min}, n = 64$$

cálculos:

$$2.3226 = \frac{\bar{X} - 300}{24 / \sqrt{64}}$$

$$\bar{X} = 306.9678$$

$$2.3226 = \frac{\bar{X} - 300}{3}$$

$$\bar{X} = 307$$

$$2.3226 * 3 = \bar{X} - 300$$

$$z\beta = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}}$$

$$6.9678 = \bar{X} - 300$$

$$z\beta = \frac{307 - 310}{24 / \sqrt{64}}$$

$$\bar{X} = 300 + 6.9678$$

$$z\beta = \frac{-3}{3} = -1$$

Se busca $z\beta$ en tablas de z para obtener el valor de probabilidad; para ubicar el valor de probabilidad correspondiente a $z\beta = -1$ se busca en el margen izquierdo de las tablas el valor entero y su décima, y la centésima en las columnas de la parte superior, generando en esta intersección de renglón columna el resultado de probabilidad. Para



este caso busca -1 en el margen izquierdo y 0 en las columnas dando como resultado en la intersección el valor **0.1587**

Tabla de valores de probabilidad acumulada para la Distribución Normal Estándar

z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
-3	0.0013	0.0010	0.0007	0.0005	0.0003	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0000
-2.9	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
-2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
-2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
-2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
-2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
-2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
-2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
-2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
-2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
-2	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
-1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
-1.8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
-1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
-1.6	0.0548	0.0537	0.0528	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
-1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
-1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
-1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
-1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
-1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
-1	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
-0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
-0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
-0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
-0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
-0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
-0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
-0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
-0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
-0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641



z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3	0.9987	0.9990	0.9993	0.9995	0.9997	0.9998	0.9998	0.9999	0.9999	1.0000

1. Si una variable normal X no es estándar, entonces sus valores deben ser estandarizados mediante la transformación: $Z = (X - \mu) / \sigma$ es decir, $P(X < x) = \Phi [x (-\mu) / \sigma]$. 2. Para valores de $z < 4$, $\Phi [z] = 1$, a una precisión de cuatro decimales; para valores de $z < -4$, $\Phi [z] = 0$ con cuatro decimales significativos. 3. Aquellos valores al lado del valor de 3 corresponden a las probabilidades acumuladas de z igual a 3.0, 3.1, 3.2, etc.

para un valor $Z\beta = -1$ se obtiene una probabilidad acumulada de 0.1587

$$\text{Probabilidad} - 1 = 0.1587$$

$$\text{Poder} = 1 - \beta \rightarrow 1 - 0.1587 = \mathbf{0.8413}$$

concluyendo, con una muestra de 64 elementos se obtiene una potencia de **0.8413** indicando, un 84.13% de posibilidades de encontrar a un nivel de confianza del 99% una diferencia estadística significativa. Si se desea ampliar más la potencia se tendría que aumentar más el tamaño de la muestra según las necesidades. Generalmente un valor de potencia de 0.80 es aceptable y se puede usar como punto de referencia. Los investigadores suelen diseñar sus experimentos de tal manera de que sus resultados sean significativos el 80% de las veces.

Existen softwares, que realizan estos cálculos como GPower, Pass y AnalyStat entre otros.



Literatura.

López-Alvarenga J.C., Reding-Bernal A., Pérez-Navarro M., et al. Cómo se puede estimar el tamaño de la muestra de un estudio. *Dermatol Rev Mex*, 54 (6) 2010.

Milton JS, Tsokos JO. *Estadística para biología y ciencias de la salud*. Madrid: Interamericana McGraw Hill; 2001.

Cobo E., Muñoz P., González J.A. *Bioestadística para no Estadísticos*, Elsevier, España 2007.

Dawson-Saunders B, Trapp RG. *Bioestadística Médica* . 2ª ed. México: Editorial el Manual Moderno; 1996.

Box G.E., Hunter J.S., Hunter W.G. *Estadística para investigadores Diseño, innovación y descubrimiento (2ª)*, Editorial Reverté, España 2008.

Martín Andrés A, Luna del Castillo JD. *Bioestadística para las ciencias de la salud*. 4ª ed. Madrid: NORMA; 1993.

Kleinbaum DG., Kupper LL., Morgenstern H. *Epidemiologic Research. Principles and Quantitative Methods*. Belmont, California: Lifetime Learning Publications. Wadsworth; 1982.

Cobo E., Muñoz P., González J.A. *Bioestadística para no Estadísticos*, Elsevier, España 2007, pp. 212-228.



Clave 2023-21-AF

Elaboración de cerveza artesanal con miel de abeja

Cesar Octavio Ibarra Gudiño¹, Wilbert Alfredo Flores del Real¹, Rosa Isela Lepe Aguilar¹, Carlos Omar De la Cruz Moreno¹, Juan José Fernando Borrayo González¹

¹Universidad 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 carlosdelacruz@uan.edu.mx
fernando.borrayo@uan.edu.mx

Entre enero y agosto del 2022, México produjo 94.5 millones de hectolitros de cerveza, cifra que muestra un incremento interanual del 5%. El objetivo es obtener cerveza artesanal, utilizando miel de abeja en la fermentación de la malta y a su vez dar un valor agregado a este producto de la colmena. Malta 5 kilos, 19 litros de agua purificada, Lúpulo Columbus 45 gramos, 1 sobre de levadura cbc-1, 1 litro de miel de abeja, dos cubetas de fermentación de 19 litros de capacidad, grado alimenticio con su válvula de escape “air lock”, una olla de 30 litros, dos bolsas de maceración, un termómetro, dos rejillas de baño maría, un sanitizante, una jarra, dos tapones de goma, un molino. **I.** Molienda del grano. **II.** En una olla calentar 25 litros de agua. **III.-Maceración.** El grano quebrado ya dentro de la bolsa de maceración se añadirá agua previamente calentada entre 50° y 55°C a los botes de maceración, 3 y 3 litros a cada cubeta fermentadora para hidratar el grano y dejar reposar 20 minutos. Agregar 5.5 litros por cada cubeta y tapar durante 50 minutos (todo a 50° a 55°). Después de los 50 minutos agregar 4 y 4 litros y dejar reposar 20 minutos (a este procedimiento se le llama maceración escalonada). **IV.** Recircular 30 veces cada cubeta y retiramos la malta, el mosto se pasa a una olla y se deja hervir por 1 hora. **V.** Al pasar la hora se agregará el lúpulo Columbus de la siguiente manera: Minuto 1, 15 gramos (amargor), minuto 30, 15 gramos (sabor) y minuto 45, 15 gramos (aroma). **VI.** Dejar enfriar a 45° grados en una cama de hielo para poder agregar 1 litro de miel, seguiremos bajando la temperatura hasta 25° para poder incorporar el mosto a las cubetas de fermentación. **VII.** Agregar la levadura cbc-1 cuando esté entre 25° y 30°C y cerrar bien las cubetas, recordando poner el air lock en cada cubeta. **VIII.** Dejaremos reposar 15 días para obtener una primera fermentación alcohólica. 15 días después agregamos azúcar disuelta en agua caliente (4 a 7 gramos/litro) para obtener una segunda fermentación carbónica y después proceder a embotellar la cerveza y dejar transcurrir tres semanas para su destape. La cual tendrá aproximadamente 5° de alcohol. Al agregar la miel de abeja en la elaboración de cerveza artesanal, le proporciona potencia alcohólica; y ligereza de sabor a la cerveza, además de que suaviza la aspereza que viene de agregar azúcar. También suele contrarrestar un poco lo amargo de los lúpulos.



Clave 2023-22 AF

Efecto de la C.E y pH en la producción de jitomate (*Lycopersicum solanum*), bajo condiciones controladas en Cherán, Michoacán.

Carla Diana Sánchez Saavedra, Carlos Eduardo López, Rigoberto Espino Herrera.

Instituto Tecnológico Superior Púrhepecha

RESUMEN

Es importante conocer el efecto que tiene estos parámetros en el desarrollo de los cultivos, para ello se estableció un experimento en las áreas experimentales del Instituto Tecnológico Superior Púrhepecha bajo condiciones controladas, con el objetivo de estudiar todos los factores que intervienen en el efecto de la C.E (dS/m) y pH, para ello se consideró la producción de jitomate, para lo cual se emplearon sondas de un conductímetro y Phmetro como instrumentos de medición en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, esta investigación se realizó en el municipio de Cheran, Mich; mediante un periodo comprendido de febrero a septiembre de año 2022.

Se empleó un diseño experimental de parcelas divididas completamente al azar, presentando un área útil de las muestras quedaron comprendidas para cada tratamiento de 4 plantas por m².

Se realizaron diferentes muestreos en cada etapa fenológica de desarrollo de la planta para monitorear y conocer los niveles la C.E (dS/m) y pH, y además todos los días se toman datos de humedad relativa y temperatura máxima y mínima al interior del invernadero, las variables que se estudiaron para este proyecto (C.E. (dS/m), pH y temperatura promedios durante el desarrollo).

Para cada variable analizada se calculó un análisis estadístico mediante el análisis de varianza con un 95 % de probabilidad, para determinar las diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados y así como las diferencias $EE \leq$.

Palabras claves: Efecto, *Lycopersicum sculentum*, C.E. y pH



Área Ciencias Pesqueras y Acuícolas



Clave 2023-1PA

**Índices de Patógenos en *Aplodinotus grunniens* del Río Usumacinta del Sureste
Mexicano**



Clave 2023-2PA

Cuantificación de cortisol en mucus y aleta como alternativa menos invasiva que en muestras de sangre en juveniles de lisa (*Mugil cephalus*) caracterizados por su estilo de afrontamiento al estrés proactivo y reactivo

Martínez Rodríguez Carlos A.¹, Boglino Anaís³, Trinidad José⁴, Domínguez Delia⁴, Peña Messina Emilio^{3,4}, Ibarra-Zatarain Zohar^{2*}

¹Posgrado en Ciencias Biológicas Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit, Ctra. Tepic-Compostela, km 9 C.P. 63780, Xalisco, Nayarit. carlosmartine66@gmail.com ²CONACYT-UAN-CENITT Calle tres S/N, Col. Ciudad Industrial. C.P. 63173, Tepic, Nayarit. zohar.ibarra@uan.edu.mx ³Centro Nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnología A.C. (CENITT). Calle tres S/N, Col. Ciudad Industrial. C.P. 63173. Tepic, Nayarit. anais.boglino@gmail.com ⁴Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit. Bahía de Matanchén km. 12, C.P. 63740, San Blas, Nayarit. nieto@uan.edu.mx; delia.dominguez@uan.edu.mx; emiliopmess@gmail.com *Autor de correspondencia: zohar.ibarra@uan.edu.mx; Cel: +52 669 2407280

Antecedentes

La lisa (*Mugil cephalus*) es una especie de pez cosmopolita, nativa de México y con potencial para el cultivo acuícola, debido a su gran adaptabilidad y tolerancia a variaciones ambientales, como temperatura y salinidad (Whitfield *et al.*, 2012). Sin embargo, someterla al cautiverio incrementa la susceptibilidad al estrés, ocasionadas por el manejo y otras condiciones zootécnicas que puede afectar su crecimiento, resistencia a enfermedades y sobrevivencia (Mittlebach *et al.*, 2014). El estrés en vertebrados inicia al percibir un estímulo amenazante y se define como la cascada coordinada de comportamientos y respuestas fisiológicas que ocurre cuando el organismo intenta resistir la muerte o restablecer su equilibrio homeostático frente a una situación de estrés (Schreck, 2000). En este contexto, estudiar la conducta y respuestas al estrés de peces en cautiverio proveerá información sobre su capacidad de enfrentar el mismo. Estudios sobre Estilos de Afrontamiento al Estrés (EAE) en animales han demostrado que los individuos difieren en su habilidad de respuesta al estrés, mediante el desarrollo de distintas estrategias conductuales, definidas como proactivas y reactivas, y que son consistentes al tiempo y entre contextos (Koolhaas *et al.*, en 1999; Øverli *et al.*, 2007). Organismos proactivos tienden a mostrar mayor actividad, exploración, toma de riesgo, agresividad y éxito reproductivo que los peces reactivos (Koolhaas *et al.*, 1999). Asimismo, estas distintas respuestas conductuales están vinculadas al eje hipotalámico-pituitario-interrenal (HPI), el cual regula la producción y secreción de cortisol. Esta hormona actúa en procesos metabólicos e inflamatorios en



varios tejidos, mediante la activación de enzimas y otras moléculas, para preparar los organismos a reaccionar al estrés (Mommssen *et al.*, 1999; Schreck, 2000). Se ha demostrado que organismos proactivos liberan menos cortisol que organismos reactivos (Øverli *et al.*, 2007). Tradicionalmente, la cuantificación del cortisol, para caracterizar EAE en peces, es en sangre (Baker *et al.*, 2013) con técnicas de inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA) y radio-inmunoensayos (Barry *et al.*, 1993). Sin embargo, este método representa riesgos para la salud de los organismos por su alto grado de invasión inducido por la manipulación, anestesia e inserción de agujas (Sadoul y Geffroy 2019; Palaksha *et al.*, 2008; Fernández, *et al.*, 2018;). Por tanto, cuantificar el cortisol en aletas y mucus, que son menos invasivos se proponen como alternativas adecuadas (Bertotto *et al.*, 2010; Carbajal *et al.*, 2018; Sadoul y Geffroy 2019). Si bien las concentraciones de cortisol son menores en este tipo de muestras que en plasma, se ha demostrado que sus umbrales de detección presentan una correlación significativa entre los niveles de cortisol y estrés (Bertotto *et al.*, 2010), Palaksha *et al.*, 2008; Ghassemi *et al.*, 2019). Por lo tanto, evaluar la fiabilidad de nuevas metodologías de cuantificación de cortisol en lisa diferencia por sus EAE podría ser una herramienta para mejorar protocolos de manejo.

Justificación

La caracterización de EAE proactivos y reactivos en peces de cultivo provee información importante sobre la capacidad de cada organismo para adaptarse a las condiciones de cultivo y podría permitir seleccionar organismos en base a su respuesta al estrés para optimizar factores de productividad. Asimismo, la cuantificación de cortisol plasmático, producida por el eje HPI, es un método que permite confirmar los perfiles conductuales de EAE en vertebrados, pero su realización mediante la extracción de sangre, es un método invasivo. Por tanto, este estudio plantea estandarizar métodos menos invasivos de análisis del cortisol en mucus y en escamas, para comprobar perfiles conductuales de respuesta al estrés proactivo y reactivo obtenidos mediante pruebas individuales y grupales, en juveniles de lisa *Mugil cephalus*.

Objetivo

Validar métodos de cuantificación de cortisol en muestras de aleta y mucus como un análisis igual de confiable, pero menos invasivo, que en muestras de plasma para confirmar la caracterización de EAE proactivos y reactivos en juveniles de lisa *Mugil cephalus* mediante pruebas conductuales de respuesta al estrés.



Metodología

Se colectaron 45 juveniles del medio natural (Mazatlán, Sin.) (peso: 6.16 ± 1.29 g, longitud: 8.52 ± 0.54 cm) y se transfirieron a las instalaciones del CENITT-UAN, donde se mantuvieron en un sistema de recirculación agua. Los peces fueron alimentados con dieta balanceada para tilapia (38% de proteína, 7% de lípido; Pedregal®), suministrada al 4% de biomasa y racionada en 3 veces al día (9:00 am, 12:00 am y 15:00 pm). El sistema se limpió diariamente para eliminar la materia orgánica (una hora después de cada alimentación). Los parámetros físico-químicos del agua se mantuvieron en los siguientes valores: pH 6 a 7, salinidad 24 a 26 ppm, oxígeno disuelto 6 a 7 mg/L y temperatura 25 a 27 °C, amonio <.05 mg/L, nitritos <10 mg/L y nitratos <100 mg/L. El fotoperiodo fue 10 h luz y 14 h de oscuridad.

Pruebas de estrés

Prueba grupal (toma de riesgo). - Esta prueba evaluó la capacidad de los peces para tomar riesgo, al cruzar de un área segura (cubierta con malla sombra y aislada de la luz) a un área de riesgo (descubierta y expuesta a la luz). Se realizó en un tanque rectangular de fibra de vidrio (largo 77 x alto 50 x ancho 48 cm), dividido en dos partes iguales por una barrera, la cual estuvo provista con una ventana (5 X 5 cm), para permitir a los peces cruzar entre ambas áreas. Se colocaron dos videocámaras (Swann, Smart Security System®) en cada área del tanque para corroborar los resultados. Los peces fueron colocados en el área segura por 1h con ventana cerrada y después se abrió la ventana, por 2h, para permitir el cruce. Los individuos que cruzaron fueron definidos como proactivos, y los que no cruzaron como reactivos (Martins *et al.*, 2011; Ibarra-Zatarain *et al.*, 2016).

Pruebas individuales. - Se realizaron dos pruebas. 1) *Captura con red*, que consistió en capturar los peces con una red y una vez en la red se evaluaron dos parámetros durante 90 segundos: 1) número de intentos de escape para librarse de la red; 2) tiempo total de actividad (s), definido como el tiempo total de movimiento del pez en la red. La metodología se basa en la de Martins *et al.*, (2011) y Castanheira *et al.*, (2013). 2) *Nuevo ambiente*, consistió en transferir un pez a un recipiente de plástico (largo 15 x alto 20 x ancho 11 cm) por 180 segundos y se midieron tres parámetros: 1) número de intentos de escape para salir del tanque; 2) tiempo total de actividad (s), definido como el tiempo total de movimiento del pez en el tanque; 3) distancia recorrida (cm), medida analizando el recorrido que realizó cada pez en el tanque. La metodología se basa en la de Fatsini *et al.*, (2020) e Ibarra-Zatarain *et al.*, (2020).



Análisis de cortisol

Se colectaron muestras de sangre, mucus y aleta de cada grupo: sin estrés, proactivos post-estrés y reactivos post-estrés y se formaron pools de cada grupo. Los peces se anestesiaron previamente (eugenol 100 ppm; Fernández *et al.*, 2014).

Sangre: Se extrajo una muestra de sangre (≥ 0.4 ml) con una jeringa de 1ml provista con una aguja de 23G X 25 mm (previamente heparinizadas; Inherpan -Piza®- de 5000 UI/mL) y se depositó en un tubo eppendorf con 10 μ l de heparina para evitar su coagulación. Se centrifugaron las muestras (1580R GYROZEN®) a 3000 g por 15 min a 4 °C, se recolectó el plasma sobrenadante en alícuotas, almacenadas a -80 °C en un ultra congelador (Haier Bio-medical) hasta su posterior análisis.

Mucus: Los peces fueron introducidos en una bolsa de plástico con cierre hermético por 30 seg para permitir la exudación de mucus (Ross *et al.*, 2000). El mucus colectado se colocó en un tubo eppendorf siguiendo la metodología de Fernández *et al.*, (2018), se homogeneizó con una punta de teflón estéril y se centrifugo (1580R GYROZEN®) por 15 min a 14 000 g a 4 °C. El sobrenadante resultante se dividió en alícuotas y se almacenó a -80 °C hasta su análisis.

Aleta: Se colectó alrededor de 300 mg de aleta de los peces. Cada muestra fue lavada con agua dulce y secada con una toalla absorbente. Posteriormente, las muestras de aleta se secaron por una noche en una campana de flujo laminar (ESCO®) y posteriormente se colocaron en un tubo falcón con 0.75 ml de isopropanol y se agitaron a 80 rpm durante 2.5 min. Al finalizar este proceso de lavado, se dejaron secar a temperatura ambiente durante 7 días. Después, las muestras fueron trituradas con una punta de teflón, seguido se agregaron 1.5 ml de metanol y se nuevamente se agitaron a 40 rpm durante 18 h para extraer el cortisol. Posteriormente se centrifugaron a 9 500 g durante 10 min a temperatura ambiente y se extrajo el sobrenadante (protocolo descrito por Ghassemi *et al.*, 2019).

Cuantificación de cortisol por ELISA: El cortisol se cuantificó para todas las muestras mediante un kit comercial de ensayos de inmunoabsorción competitivo ligados a enzimas (ELISA, El Cayman Cortisol ELISA Kit, Chemical®, USA), con un rango de detección de 6.6 a 4,000 pg/mL, un punto de inflexión (50% B/B₀) de 150 a 210 pg/mL y una sensibilidad (80% B/B₀) de 35 pg/mL. La absorbancia fue leída a 410 nm mediante un espectrofotómetro (Thermo scientific, MULTISKAN SKYHIGH).



Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos se realizaron con el programa SPSS V18. Los datos se reportan como media \pm desviación estándar. La normalidad de los datos se evaluó con una prueba de Shapiro-Wilk y la homocedasticidad con una prueba de Levene ($P > 0.05$). Se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis en las cinco variables medidas en las pruebas individuales para evaluar diferencias entre los ejemplares proactivos y reactivos. Se realizó una prueba de Spearman para analizar si las variables de las pruebas individuales se relacionan con peso y longitud. Se compararon los valores de cortisol entre peces sin estrés (control), peces proactivos (que cruzaron) y reactivos (no cruzaron) post-estrés, mediante un análisis ANOVA de una vía, para sangre, mucus y aleta; y se aplicó un post-hoc de Tukey cuando se detectaban diferencias significativas.

Resultados

Pruebas conductuales: En la prueba grupal 12 peces de 34 (35.3 %) cruzaron del área segura al área de riesgo (proactivos) y 22 de 34 (64.7%) no cruzaron (reactivos). Los peces proactivos presentaron significativamente mayor actividad total en la prueba de red y de nuevo ambiente, así como número de intentos de escape (prueba nuevo ambiente) que los peces reactivos ($P < 0.001$) (Tabla 1). No se detectaron correlaciones significativas entre las variables de peso y longitud con las variables de las pruebas individuales de comportamiento, ni en peces proactivos, ni en peces reactivos ($P > 0.05$).

Cortisol: Los niveles de cortisol presentaron una tendencia similar en los 3 tipos de muestras. Los niveles de cortisol post-estrés fueron significativamente más elevados que los niveles sin estrés (control; $n=11$) y los niveles de cortisol de los peces reactivos post-estrés ($n=22$) fueron significativamente más elevados que en los peces proactivos post-estrés ($n=12$), en plasma ($F = 50.66$; $P = 0.001$, Fig. 1A), mucus ($F = 136.823$; $P = 0.001$, Fig. 1B) y aleta ($F = 110.37$; $P = 0.001$, Fig. 1C), con excepción del nivel de cortisol en plasma de los peces reactivos post-estrés que no fue significativamente diferente del nivel de cortisol en peces sin estresar (control).

Discusión

Este estudio validó la cuantificación de cortisol en aleta y mucus, como métodos menos invasivos que en plasma, para la caracterización de estilos de afrontamiento al estrés proactivos y reactivos, en juveniles de lisa. Específicamente, se demostró que los



organismos proactivos tuvieron mayor actividad en las pruebas individuales de captura con red y de nuevo ambiente, así como mayor número de intentos de escapes que los reactivos, lo cual está en línea con lo ya establecido en otras especies, como en trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* (Øverli *et al.*, 2007) tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* (Martins *et al.*, 2011) lenguado senegalés *Solea senegalensis* (Ibarra-Zatarain *et al.*, 2016; Fatsini *et al.*, 2020). Es importante mencionar que los comportamientos individuales caracterizados entre los peces proactivos y reactivos pueden variar entre pruebas grupales e individuales de respuesta al estrés, ya que las primeras consideran la influencia de las interacciones sociales entre los individuos sobre el comportamiento y las segundas no, pero en este estudio se demostró una relación de consistencia entre los 2 contextos. Estas pruebas rápidas y fáciles de aplicar en la industria acuícola pueden ser de gran interés para seleccionar animales en función a su respuesta al estrés, ya que se ha demostrado en lenguado común *Solea solea* y bagre *Clarias gariepinus* que peces proactivos tienden a recuperar el apetito más rápido después de una situación estresante (Mas-Muñoz *et al.*, 2011; Nieuwegiessen *et al.*, 2008).

Los niveles de cortisol en aleta y mucus, si bien fueron inferiores a los encontrados en muestras de sangre, tal como lo reportaron también Palasksha *et al.*, (2008) para el halibut (*Paralichthys olivaceus*) y Bertotto *et al.*, (2010) para la lubina europea (*Dicentrarchus labrax*), carpa común (*Cyprinus carpio*) y trucha arcoíris, quienes observaron un comportamiento similar a las muestras de plasma, incrementando después del estrés y siendo significativamente más altos en peces reactivos que en peces proactivos. Los niveles de cortisol en sangre fueron similares a los ya reportados anteriormente para la misma especie (Akbari y Jahanbakhshi, 2016). Aunque no se tenga documentado los niveles de cortisol en mucus y aleta para lisa, si muestran un rango similar a lo reportado con otras especies como en trucha arcoíris (Castanheira *et al.*, 2013; Bertotto *et al.*, 2010) y esturión beluga *Huso huso* (Ghassemi *et al.*, 2019).

Las lisas juveniles con EAE proactivos y reactivos mostraron diferencias significativas en la regulación de su eje HPI, con ejemplares proactivos que cruzaron en la prueba de toma de riesgo, con alta actividad en pruebas individuales y exhibiendo niveles de cortisol más bajos que los peces reactivos, los cuales exhibieron una actividad menor y altos niveles de cortisol en sangre, mucus y aleta. Eso fue semejante a trabajos anteriores en trucha arcoíris, dorada (*Sparus aurata*) y lenguado senegalés (Øverli *et al.*, 2007; Castanheira *et al.*, 2013; Ibarra-Zatarain *et al.*, 2016).



Es importante señalar Sadoul y Geffroy (2019) sugieren que los métodos de medición de cortisol deben elegirse cuidadosamente de acuerdo a las necesidades, objetivos, biología y limitaciones de cada especie. Adicionalmente, los mismos autores hacen mención que actualmente no existe una metodología optima y que cumpla con criterios de baja o nula invasión al pez, de bajo costo, medición rápida, alta especificidad y repetibilidad.

Conclusión

El presente estudio permitió validar que la cuantificación de cortisol antes y después de una situación de estrés en muestras de mucus y aleta son métodos fiables y menos invasivos que muestras de plasma, para cuantificar los niveles de cortisol. Asimismo, se confirmó la existencia de EAE de tipo reactivos y proactivos determinados mediante pruebas comportamentales de respuesta al estrés, en juveniles de lisa.

Bibliografía

- Akbary, P. and Jahanbakhshi, A. (2016). Effect of starvation on growth, biochemical, hematological and non-specific immune parameters in two different size groups of grey mullet, *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758). *Acta Ecologica Sinica*. 36(3), 205–211.
- Baker, M.R., Gobush, K.S., and Vynne, C.H. (2013). Review of factors influencing stress hormones in fish and wildlife. *Journal for Nature Conservation*. 21, 309–318.
- Barry, T.P., Lapp, A.F., Kayes, T.B. and Malison, J.A. (1993). Validation of a microtitre plate ELISA for measuring cortisol in fish and comparison of stress responses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and lake trout (*Salvelinus namaycush*). *Aquaculture Research*. 117, 351–363.
- Bertotto, D., Poltronieri, C., Negrato, E., Majolini, D., Radaelli, G., and Simontacchi, C. (2010). Alternative matrices for cortisol measurement in fish. *Aquaculture Research*. 41, 1261-1267.
- Carbajal, A. (2018). Cortisol in skin mucus and scales as a measure of fish stress and habitat quality. Disstertation to obtain the degree of doctor in animal medicine and health. Universitat Autònoma de Barcelona. ISBN: 9788449082221.
- Castanheira, M.F., Herrera, M., Costas, B., Conceicao, L.E.C. and Martins, C.I.M. (2013). We Predict Personality in Fish? Searching for Consistency over Time and across Contexts. *Plos One*. 8(4), e62037.
- FAO (2022). *Mugil cephalus*. Cultured Aquatic Species Information Programme. Fisheries and Aquaculture Department.



- Fatsini, E., Rey, S., Ibarra-Zatarain, Z., Boltaña, S., Mackenzie, S., and Duncan, N. J. (2019). Linking stress coping styles with brain miRNA abundance of selected transcripts for Senegalese solea (*Solea senegalensis*) juveniles. *Physiology and Behavior*. 213, 112724.
- Fernández-Alacid, L., Sanahuja, I., Ordóñez-Grande, B., Sánchez-Nuño, S., Viscor, G., Gisbert, E., Herrera, M. and Ibarz, A. (2018). Skin mucus metabolites in response to physiological challenges: A valuable non-invasive method to study teleost marine species. *Science of the Total Environment*. 644, 1323–1335.
- Ghassemi, N.J., Ataollahi, M., Salmanzadeh, M.H., Park, K.T., Lee, H.G., Shoaie, A. and Park, K.H. (2019). Cortisol Extraction from Sturgeon Fin and Jawbone Matrices. *Journal of Visualized Experiments*. 151.
- Höglund, E., Weltzien, F.A., Schjolden, J., Winberg, S., Ursin, H. and Doving, K.B. (2005). Avoidance behaviour and brain monoamines in fish. *Brain Research*. 1032, 104-109.
- Ibarra-Zatarain, Z., Fatsini, E., Rey, S., Chereguini, O., Martin, I., Rasines, I., Alcaraz, C. and Duncan, N. (2016). Characterization of stress coping style in Senegalese sole (*Solea senegalensis*) juveniles and breeders for aquaculture. *Royal Society Open Science*. 3160495160495
- Koolhaas, J.M., Korte, S.M., De Boer, S.F., Van Der Vegt, B.J., Van Reenen, C.G., Hopster, H., De Jong, I.C., Ruis, M.A. and Blokhuis, H. J. (1999). Coping styles in animals: current status in behavior and stress-physiology. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 23, 925-935.
- Martins, C.I.M., Castanheira, M.F., Engrola, S. and Costas, B. (2011). Individual differences in metabolism predict coping styles in fish. *Applied Animal Behaviour Science*. 130, 135–143.
- Mas-Muñoz, J., Komen, H., Schneider, O., Vish, S.W. and Schrama, J.W. (2011). Feeding behaviour, swimming activity and boldness explain variation in feed intake and growth of sole (*Solea solea*) reared in captivity. *Plos One*. 6(6), e21393.
- Millot, S., Bégout, M.L. and Chatain, B. (2009). Exploration behaviour and flight response toward a stimulus in three sea bass strains (*Dicentrarchus labrax* L.). *Applied Animal Behaviour Science*. 119, 108–114.
- Mittelbach, G.G., Ballew, N.G. y Kjelvik M.K. (2014). Fish behavioral types and their ecological consequences. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 71, 1-18.



- Mommsen, T.P., Vijayan, M.M. and Moon, T.W. (1999). Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. *Fish Biology and Fisheries*. 9, 211–268.
- Nieuwegiessen, P.G., Boerlage, A.S., Verreth, J.A.J. and Schrama, J.W. (2008). Assessing the effects of a chronic stressor, stocking density, on welfare indicators of juvenile African catfish, *Clarias gariepinus* Burchell. *Applied Animal Behaviour Science*. 115, 233–243.
- Øverli, Ø., Sørensen, C., Pulman, K.G.T., Pottinger, T.G., Korzan, W., Summers, C.H. and Nilsson, G.E. (2007). Evolutionary background for stress-coping styles: Relationships between physiological, behavioural and cognitive traits in non-mammalian vertebrates. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 31, 396-412.
- Palaksha, K.J., Gee-Wook, S., Young-Rim, K. and Tae-Sung, J. (2008). Evaluation of non-specific immune components from the skin mucus of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Fish and Shellfish Immunology*. 24, 479-488.
- Ross, N.W., Firth, K.J., Wang, A., Burka, J.F., Johnson. and Stewart. C. (2000). Changes in hydrolytic enzyme activities of naïve Atlantic salmon *Salmo salar* skin mucus due to infection with the salmon louse *Lepeophtheirus salmonis* and cortisol implantation. *Diseases of Aquatic Organisms*. 41, 43-51.
- Sadoul, B. and Geffroy, B. (2019). Measuring cortisol, the major stress hormone in fishes. *Journal of Fish Biology*. 4, 540-555.
- Schreck, C.B. (2000). Accumulation and long-term effects of stress in fish. *The Biology of Animal Stress: Basic Principles and Implications for Animal Welfare* (eds. G.P. Moberg and J.A. Mench). 147-158.
- Scott, A.P. and Ellis, T. (2007). Measurement of fish steroids in water a review. *General and Comparative Endocrinology*. 153, 392-400.
- Whitfield, A.K., Panfili, J. y Durand J.D. (2012). A global review of the cosmopolitan flathead mullet *Mugil cephalus* Linnaeus 1758 (Teleostei: Mugilidae), with emphasis on the biology, genetics, ecology and fisheries aspects of this apparent species complex. *Fish Biology and Fisheries*. 22, 641-681.



Tablas y figuras

Tabla 1. Descripción de variables en juveniles de lisa, entre peces que cruzaron (proactivos) y que no cruzaron (reactivos) en la prueba de riesgo. Las letras superíndices indican diferencias significativas.

Pruebas	Variables	Caracteres	Media \pm DE	%C.V.	P-valor
Biometría	Peso (g)	Proactivos	5.2 \pm 1.5	29.2	0.259
		Reactivos	6.4 \pm 2.7	42.9	
	Longitud (cm)	Proactivos	8.28 \pm 0.84	10.1	0.292
		Reactivos	8.86 \pm 1.26	14.3	
Captura con red	Intentos de escape	Proactivos	24.75 \pm 16.88	68.2	0.413
		Reactivos	20.95 \pm 17.67	84.3	
	Actividad total (s)	Proactivos	59.08 \pm 31.28^a	52.9	0.001
		Reactivos	27.75 \pm 15.21^b	54.8	
Nuevo ambiente	Intentos de escape	Proactivos	8.833 \pm 4.06^a	46.0	0.001
		Reactivos	3.05 \pm 2.76^b	90.6	
	Actividad total (s)	Proactivos	83.00 \pm 38.73^a	46.7	0.001
		Reactivos	45.05 \pm 20.81^b	46.2	
	Distancia recorrida (cm)	Proactivos	272.87 \pm 111.14	40.7	0.243
		Reactivos	218.52 \pm 114.40	52.4	

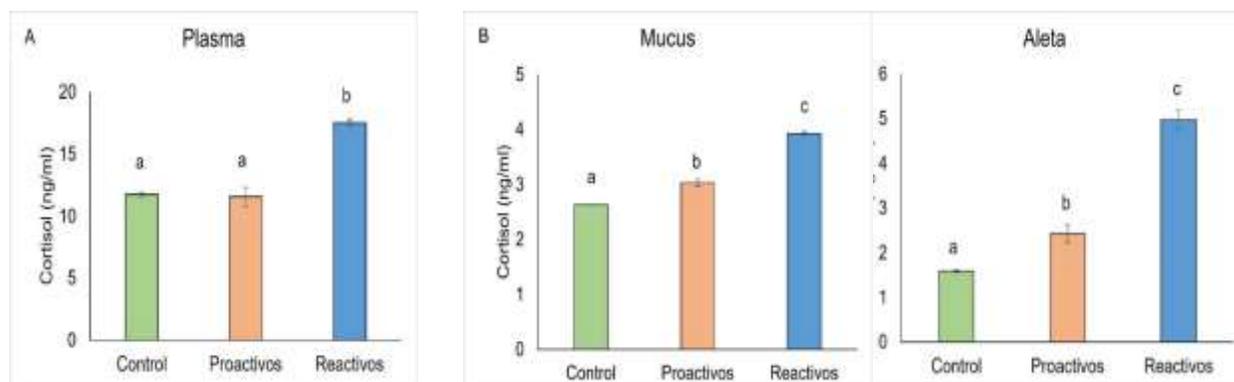


Figura 1. Niveles de cortisol en peces sin estrés (control, verde), en peces proactivos post-estrés (naranja) y en peces reactivos post-estrés (azul), en plasma (A), mucus (B) y aleta (C).



2023-3PA
Ectoparásitos de pelágicos mayores y tiburones capturados en la costa de Jalisco.

Mónica Lorena Martínez Espinoza, B, Aguilar Palomino, A. K. Ávila Villalobos, G.
Atilano Guzmán, L. G. Collazo Romo, P. Y. Jiménez Díaz.

Universidad de Guadalajara. Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras , Gómez Farías # 82. San Patricio Melaque, Jalisco. México. Cp.48980. Correo electrónico: Monica.biolmar@hotmail.com

RESUMEN

El parasitismo es una forma de vida funcional y parte constitutiva de los ecosistemas, los parásitos se presentan de una gran diversidad de formas, tamaños y colores, con un enorme conjunto de herramientas o apéndices modificados para llevar a cabo su función parasitaria. Los hay tanto acuáticos como terrestres, siempre sujetos o cercanos a un hospedero u organismo servil. Los peces pelágicos mayores y tiburones, no son la excepción, también son sujetos de parasitismo, en particular un macro grupo de Crustáceos copépodos parasitan a estos peces. La familia Caligidae, que está altamente especializada en sus apéndices en forma de garras para parasitar sobre la piel de marlín azul *Makaira nigricans* y el marlín rayado *Kajikia audax*, En el presente trabajo se muestra numéricamente el grado de infestación de los peces capturados en la región de Bahía Navidad, costa sur del Estado de Jalisco.

ANTECEDENTES

Durante el paso del tiempo se han definido a los parásitos como parte importante en los ecosistemas. De los diferentes y extensos grupos de parásitos que se han registrado se encuentran los copépodos, un grupo de organismos pequeños capaces de infectar a cualquier organismo acuático. La familia Caligidae comprende 450 especies reconocidas por infectar organismos marinos. (Caña Bozada, 2014).

Los miembros de la familia Caligidae, comúnmente conocidos como piojos de mar (Sea Lice), son las especies reportadas con mayor frecuencia en peces cultivados en ambientes marinos del mundo (Johnson *et al*, 2004; Rozas, M., & Asencio, G. 2007). Debido a su amplia distribución y efectos dañinos en peces de importancia acuícola han llamado la atención en la comunidad científica. (Johnson *et al.*, 2004; Costello, 2006;



Morales-Serna, *et al.*, 2016). En los mares tropicales la situación es más compleja ya que se han registrado un mayor número de especies parasitarias con un nivel alto de infección. (Leung & Bates, 2013; Morales-Serna, *et al.*, 2016).

La mayoría de los copépodos parasitan a más de un huésped, mostrando en general muy poca especificidad. En cuanto a su distribución, parece ser mundial ya que, al igual que sus huéspedes, se encuentran en todos los mares cálidos y templados. (Winfield & Álvarez, 2001).

Los peces de la familia Istiophoridae y Xiphiidae o peces pico son peces mayores presentes en zonas pelágicas, su área de distribución va desde agua tropical a templadas en todos los océanos. (Joseph *et al.* 1988; Abatía Cárdenas, 1992). Entre ellos se encuentran el marlín rayado (*Tetrapturus audax*), el marlin azul (*Makaira nigricans*), el marlin negro (*Makaira indica*), el pez espada (*Xiphias gladius*) y el pez vela (*Istiophorus platypterus*). (Jakes Cota, 2008). Son algunos de los hospederos parasitados por los copépodos de la familia Caligidae.

Otro grupo zoológico parasitado por los copépodos Caligidae son los elasmobranquios o peces cartilaginosos, dentro de esta se encuentran rayas, tiburones entre otros, han sido considerados como recursos importantes para la economía y la ecología. (CONAPESCA-INP, 2004; Márquez, 2018). La especie de tiburón *Isurus Oxyrinchus*, al igual que los picudos, aporta copépodos ya que también se registró como hospedero, está considerado como uno de los depredadores con mayor presencia en los océanos de todo el mundo, ya que habita en zonas templadas y tropicales y habita en las zonas epipelágicas y mesopelágicas. (Moreno, 2004; Márquez G, H. 2018). Donde es sujeto de parasitosis por los Caligidae. (Aguilar *et al.*, 2005; Márquez, 2018).

De igual manera, el tiburón *Alopias pelagicus*, el tiburón zorro del pacifico caracterizado por un cuerpo esbelto con una aleta caudal larga, es hospedero de los copépodos de la familia Caligidae, en su amplia zona de distribución en regiones tropicales y templadas y habitante de la zona pelágica de áreas oceánicas y costeras. Castellanos-Betancourt, J. C., Ramírez-Santiago, C. E., & Castillo-Géniz, (2013).

JUSTIFICACIÓN

Distintos autores reconocen que los parásitos forman parte importante de la ecología. En la familia Caligidae dado su grado de parasitismo en peces pelágicos mayores y elasmobranquios es importante se abunde en el conocimiento y estudio de los efectos generados por el parasitismo en la región del Pacífico Oriental tropical, región donde es



poco o incipiente el conocimiento de los parásitos de la familia Caligidae, sustentado el objeto del presente trabajo.

OBJETIVOS

Objetivo general: Con el propósito de ampliar el conocimiento de los ectoparásitos de tiburones y peces pelágicos mayores, capturados en la región Costa sur de Jalisco, se realizaron recolectas en los ejemplares capturados por pesca deportiva y pesca artesanal.

Objetivo específico: Identificar y cuantificar los ectoparásitos de peces picudos y tiburones capturados por las flotas de pesca deportiva y pesca artesanal que arriban en el puerto de Bahía de Navidad.

METODOLOGÍA

El proyecto es realizado en instalaciones del Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras, localizado en San Patricio, Melaque, Jalisco; durante los torneos de pesca deportiva realizados los meses de enero, febrero y mayo del periodo 2018-2022., así como en las cooperativas pesqueras de Barra de Navidad, Jalisco.

Durante los torneos de pesca deportiva, así como en las cooperativas pesqueras de pesca artesanal, en conjunto con el equipo de trabajo el esfuerzo fue dirigido a las tomas de muestras de las capturas de marlines y tiburones.

El procedimiento para la extracción y obtención de parásitos fue en ambos casos de tiburones y de los marlines, se revisó la superficie de la piel, siendo el pedúnculo caudal el lugar en donde se encontraron los parásitos, mismos que fueron retirados con ayuda de una espátula, con el mayor cuidado, para obtener los parásitos con todos sus apéndices. Todas las muestras fueron separadas y colocadas en bolsas plásticas individuales etiquetadas con la fecha, el organismo al que pertenecía, sexo, lugar de captura y posteriormente puestas en congelación a excepción de los parásitos que fueron colocados en frascos con alcohol al 90%. Rodríguez, E., Espinoza, H., Fuentes, J. L., Lira, C., Ron, E., & Figueredo, A. (2019).

Se realizó una identificación y separación de muestras parasitarias recolectadas en los torneos de pesca realizados en este año y anteriores que se encontraban dentro de las instalaciones de la colección ictiológica. Todos los parásitos fueron identificados a nivel



de familia y género de copépodos, mediante claves específicas para estos grupos, se registraron en la base de datos de la colección ictiológica del Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras. Una vez con los frascos pertenecientes a la familia Caligidae, se realizó una base de datos, para ello fue necesario contar los organismos (hembras y machos) de cada muestra agregando datos como el organismo hospedero, fecha y lugar de recolección.

RESULTADOS

A manera de resultado se obtuvo primeramente con las muestras recabadas una base con datos numéricos (fig.1), análisis estadísticos y fotografías, obtenidos tanto de los hospederos, como de los copépodos encontrados, así como su proporción sexual.

Copepodos registrados en organismos

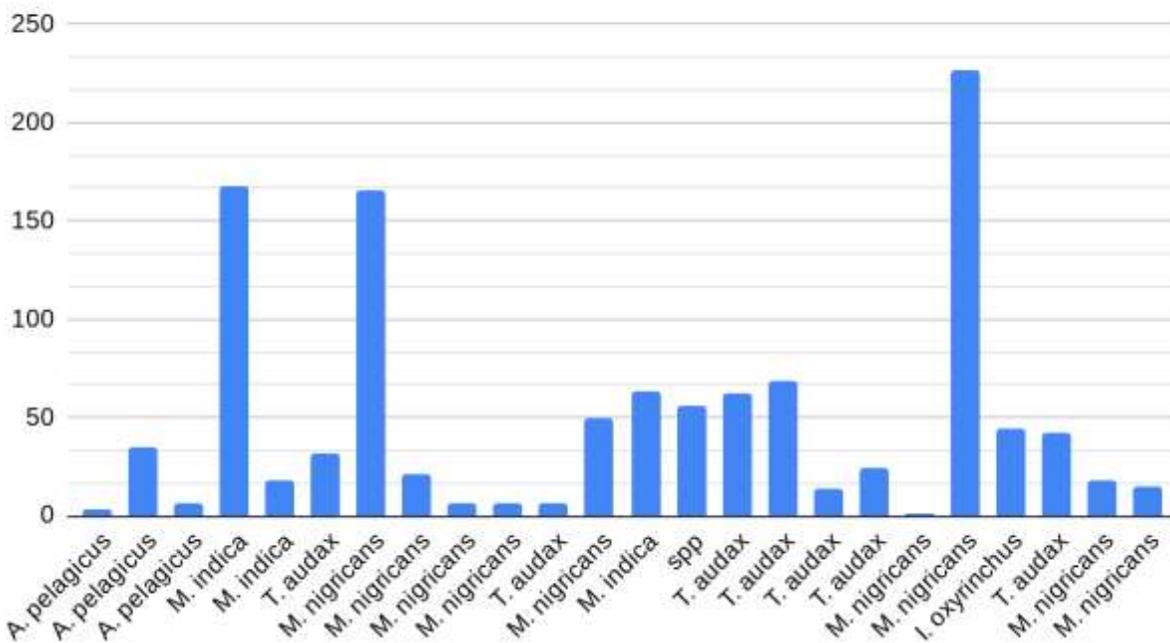


Figura 1. Cantidad de parásitos copépodos encontrados y registrados en sus hospederos y registrados en la base de datos del proyecto.

Se observó una fuerte irritación sobre la piel de los hospederos donde se encontraron sujetos los parásitos.



En cuanto a la abundancia y grado de infestación, se registró el mayor grado de infestación en el marlín azul *M. nigricans* con más de 250 parásitos sobre la piel de la parte anal que rodea el orificio cloacal. (Figuras 1. Y 2) Seguido por el marlín negro *Makaira indica* y el marlín rayado *Kajikia audax*, con menor número de infestación. Los tiburones *Alopias pelagicus* y *Isurus Oxyrinchus*, también presentaron parasitismo por parte de los miembros de la familia Caligidae, en menor abundancia (Figura 1,2 y 3)



Figura 2. Copépodos de la familia Caligidae



Figura 3. Copépodos sobre la piel de Marlín azul *Makaira nigricans*.

DISCUSION

Se encontraron sobre la piel de los hospederos Marlín azul *Makaira nigricans* y tiburón zorro *Alopias superciliosus*, los copépodos ectoparásitos de la Familia Caligidae, en diferentes abundancias, lo cual fue muy notorio ya que se mostraba una irritación en la



piel de los hospederos, se desconoce si además, hay efectos internos, por lo cual es importante continuar investigando este aspecto.

Se puede considerar que el efecto de parasitosis en los peces picudos hasta ahora es poco conocido, los resultados o avances realizados por el presente trabajo, solo permitieron conocer el grado de infestación, ya que como ectoparásitos fijos sobre la piel, se desconoce los efectos adversos que pudieran ocasionar al hospedero.

CONCLUSIÓN

Se desconoce el efecto adverso de la presencia de los copépodos de la familia Caligidae sobre los peces picudos y sobre los tiburones, se recomienda se continúe con el trabajo de investigación a fin de encontrar las afectaciones internas o conductuales que pudieran ocasionar la presencia de los copépodos sobre la parte ventral, cercana al orificio cloacal donde se excretan los fluidos de desecho de los hospederos

BIBLIOGRAFIA

Castellanos-Betancourt, J. C., Ramírez-Santiago, C. E., & Castillo-Géniz, J. L. (2013). Catálogo de aletas, tronchos y cabezas de tiburones en el Pacífico Mexicano. *INAPESCA. Primera edición. Distrito Federal, México.*

Caña Bozada, V. H. (2014). Registro de *Caligus* spp. Muller, 1785 (Copepoda: Siphonostomatoidea: Caligidae) Parasitando peces marinos de la Costa de Jaramijo (Doctoral dissertation). Univ. Del Paraná. Brasilia, Brasil.

Jakes Cota, U. (2008). *Edad y crecimiento del marlín azul Makaira nigricans, desembarcado en Cabo San Lucas, BCS, México* (Doctoral dissertation, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas).

Macías Zamora, R. (1993). *Relaciones entre la pesca deportiva y comercial del pez vela (Istiophorus platypterus) en el Pacífico Mexicano* (Doctoral dissertation, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas).

Márquez García, H. (2018). *Hábitos alimentarios del tiburón Mako Isurus oxyrinchus Rafinesque, 1810 de la costa occidental de Baja California Sur, México* (Bachelor's thesis, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla).



Morales-Serna, F. N., Martínez-Brown, J. M., Medina-Guerrero, R. M., Fajer-Ávila, E. J. (2016). Los calígidos: ¿ Patógenos potenciales para el cultivo de peces marinos en México?. *Latin american journal of aquatic research*, 44(3), 433-441.

Nishizaki, O. S. (1998). Revisión histórica del manejo de los picudos en el Pacífico Mexicano. *Ciencias Marinas*, 24(1), 95-111.

Rodríguez, E., Espinoza, H., Fuentes, J. L., Lira, C., Ron, E., & Figueredo, A. (2019). Copépodos parásitos asociados a tiburones capturados en pesquerías artesanales de la Isla de Margarita, Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, 77(185), 81-100.

Rozas, M., & Asencio, G. (2007). Evaluación de la situación epidemiológica de la caligiasis en Chile: hacia una estrategia de control efectiva. *Salmociencia*, 2(1), 43-59.

Winfield, I., & Alvarez, F. (2001). New records of *Dinemoura latifolia* and *Pandarus smithii* (Copepoda, Siphonostomatoida, Pandaridae) parasitizing the shark *Isurus oxyrinchus* in the Gulf of Mexico. *Crustaceana*, 74(5), 501-503.



Clave 2023-4PA

Ictiofauna Marina y Lagunar-estuarina de la costa de Jalisco (Colección Ictiológica)

A. K. Avila Villalobos*, B. Aguilar Palomino, M. L. Martínez Espinoza, P. N. Villalpando
Navarro & J. Antonio Vargas

Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras. Universidad de
Guadalajara. Gómez Farías 82, San Patricio Melaque Jalisco. México Cp. 48980. Correo electrónico:

* andrea.avila2857@alumnos.udg.mx

Resumen

La fauna ictiológica marina, de la costa de Jalisco se compone de especies de gran importancia ecológica y pesquera, en conjunto forman parte de las cadenas tróficas de los ecosistemas marinos y lagunar estuarinos de la Costa de Jalisco. La colección incorpora especímenes del propio estado y de los vecinos, Nayarit y Colima, se encuentra representada por 2 clases, 29 órdenes, 104 familias, 310 géneros, 574 especies, de los cuales el 70% (396 especies) son el acervo de la Colección Ictiológica que se encuentran depositada en el Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras de la Universidad de Guadalajara. En Conjunto los componentes ictiofaunísticos de la costa de Jalisco, en su mayoría son originarios del Pacífico Oriental tropical. Habitantes principalmente de ambientes costeros, bahías, caletas, incluyendo arrecifes rocosos y coralinos, así como hábitats de fondos blandos (arena y fango), playas arenosas, así mismo habitan aguas que se extienden a zonas más profundas en la plataforma continental, bajos y montañas submarinas, acantilados y grietas submarinas. En general, exhiben preferencias precisas de hábitat que están dictadas por una combinación de factores ambientales que incluyen la disponibilidad de alimento y refugio, salinidad, sustrato, profundidad, claridad del agua, patrón de corrientes oceánicas, acción de las olas, que en conjunto le confieren la naturaleza específica de la región marina. La colección ictiológica funge como acervo de referencia y apoyo para actividades docentes, de investigación y de extensión, de instituciones nacionales e internacionales, que se vinculan con la región Costa de Jalisco.

Palabras clave: Pesquerías, Ictiofauna, Colección Ictiológica, Jalisco.

Importancia ecológica, económica y cultural

Desde el punto de vista ecológico la ictiofauna marina Jalisciense interactúa con los componentes faunísticos de una vasta región marina del Pacífico Oriental tropical, ya



que en conjunto se ven sujetos a la influencia de los procesos oceánicos como la corriente de California, descendiente de norte a sur y la corriente norecuatorial, que asciende del ecuador hacia el norte y un tercer proceso oceánico de mezclado que es considerada la combinación de éstos dos patrones de circulación oceánica, procesos oceánicos naturales que influyen en la distribución de las especies (Figura1), Filonov y Tereschenco (1998), Kessler (2006).



Figura 1 Pez remo *Regalecus glesne*

Algunas especies son consideradas como especies clave para la estructura, el equilibrio de los ecosistemas costeros, influyen en las cadenas tróficas en las cuales interactúan, así como en los patrones migratorios latitudinales de carácter estacional. O bien en las migraciones del océano hacia la costa para ingresar a las 28 lagunas costeras que se encuentran distribuidas en el litoral Jalisciense, Contreras (1993), utilizando estos ecosistemas para alimentarse, reproducirse, crecer y migrar nuevamente al medio marino, e interactúan con un gran número de vertebrados tales como peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos marinos y terrestres, Aguilar Palomino (2017).

Desde el punto de vista económico la diversidad íctica marina de la costa de Jalisco es vasta y variada, la pesca en la región, en su mayoría, es de tipo artesanal, se lleva a cabo en embarcaciones de pequeño y mediano calado. Aproximadamente 120 especies de peces marinos representan una considerable importancia económica, caracterizadas como especies de primera, segunda y tercera clase, así se catalogan las destinadas para consumo humano directo. Espino Bar et al, (2003), Aguilar Palomino (2006).



Se registran especies de la familia Lutjanidae altamente apreciadas desde un punto de vista económico y gastronómico, tal es el caso del huachinango (*Lutjanus peru*), (Figura 2).



Figura 2. Huachinango *Lutjanus peru*.

El origen de la ictiofauna de la costa de Jalisco, se ubica entre el Plioceno y Pleistoceno, alrededor de 3.5 y 4 millones de años, justo en la última emergencia del Istmo Centroamericano, dando como resultado un suceso vicariante que separó a las faunas ícticas de ambas costas de América, Castro Aguirre et al (2006). En términos generales un alto porcentaje 72.8% de los peces de la costa de Jalisco son endémicas del Pacífico Oriental Tropical y tienen su origen en éste.

El componente cultural en la región vincula fuertemente la vocación costera con las pesquerías y las actividades turísticas, algunas especies son altamente apreciadas, ya que contribuyen a la derrama como parte de la pesca deportiva, como ejemplo el marlín rayado *Kajikia audax* y el pez vela *Istiophorus platypterus* (figura 3) y el dorado *Coryphaena hippurus*, son parte esencial de esta actividad que fortalece a la mayoría de los prestadores de servicios turísticos, desde los más básicos hasta los de gran envergadura como son la hotelería de cinco estrellas de la costa de Jalisco.

Otros peces tienen otra connotación cultural, ya que destacan por su rareza y morfología corporal, ejemplo de ello es el globo de antifaz *Diodon holocanthus* y el globo espinoso *Diodon histris* que son aprovechados y comercializados por los vendedores de artesanías de la región, con fines ornamentales (figura 4), estos son capturados por pesca incidental, ya que no forman parte de ninguna pesquería formal



Figura 3. Marlín rayado *Kajikia audax* y el pez vela *Istiophorus platypterus*.



Figura 4. Globo espinoso *Diodon histrix*

Así mismo, especies de peces son asociados con aspectos dogmáticos, terapéuticos u ornamentales. Tal es el caso de las rayas *Pseudobatos glaucostigma* y *Pseudobatos productus*, (figura 5). A los que se les prepara de tal forma que adquieren la forma y el mote de pez diablo, estos son comercializados para la buena suerte, buena fortuna y cura del mar de amores.

Otro grupo numeroso de especies, son altamente apreciadas y destinadas a la acuario filia como el pez señorita (*Thalassoma lucasanum*), habitantes de arrecifes coralinos y facies rocosas, forman parte de actividades deportivas subacuáticas como son los buceos guiados, Aguilar Palomino (1997 y 2012).



Figura 5. Pez diablo *Pseudobatos productus*.

Situación y estado de Conservación

Del listado taxonómico de 574 especies de peces registradas en la Costa de Jalisco son citadas en la NOM-059SEMARNAT-2010 y en el CITES, las siguientes especies, el tiburón ballena *Rhincodon typus* los peces *Holacanthus passer*, *Pomacanthus zonipectus*, *Chromis limbaughi* e *Hippocampus ingens*. De las especies registradas en las Lagunas costeras de Jalisco la raya sierra (*Pristis pristis*) considerada bajo protección (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo esta especie ya no se encuentra en la costa de Jalisco, por lo que pudiera estar en grave peligro de extinción. De igual manera el mero Goliat *Epinephelus quinquefasciatus* (figura 6) es fuertemente perseguido y capturado en la pesca deportiva dado su tamaño descomunal.



Figura 6. Mero Goliat *Epinephelus quinquefasciatus*.



Conclusiones

Principales Amenaza para la ictiofauna Jalisciense

Para el caso de los peces marinos, las principales amenazas son: Sobrepesca. La sobrepesca o pesca desmedida no planeada, es una actividad amenazante, carente de planes de manejo que permitan sobrellevar y explotar las comunidades de peces en sus tiempos y momentos e crecimiento y reproducción adecuados.

Falta de investigación científica. El mismo Instituto Nacional de la Pesca así como diversos centros de investigación y universidades han desarrollado estudios de carácter científicos orientados a la conservación y manejo de la ictiofauna, sin embargo, estos esfuerzos han resultado insuficientes, generando una incipiente información científica sobre aspectos de biología básica y ciclos de vida de las especies de peces en general, esfuerzos que conllevan a la ausencia de propuestas sobre planes de manejo, normas y lineamientos, que permitan la explotación, manejo y preservación de estos recursos naturales.

Normatividad ambiental. La aplicación de la normatividad ambiental, adecuada a los ecosistemas marinos y estuarinos, permitirá un adecuado manejo y la consiguiente preservación de las comunidades de peces que dependen de estos ecosistemas marinos y lagunares, para realizar sus ciclos de vida.

Educación ambiental. La falta del fomento de programas de educación ambiental dirigidos a niños, jóvenes y adultos que contribuyan a crear conciencia, acerca de la importancia que representan las lagunas costeras y ecosistemas marinos, para las comunidades de peces y su efecto en las cadenas alimentarias.

Bibliografía

Aguilar-Palomino, B., J. Mariscal, G. González y L.E. Rodríguez. (1996) Ictiofauna demersal de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México, en la primavera de 1995. *Ciencias Marinas*. 22(4): 496-481.

Aguilar Palomino. B y S. Ruiz Ramírez (2002). Presencia de *Regalecus glesne*, Ascanius 1772, en la Costa de Jalisco. México. VI Congreso Nacional de Ictiología. Universidad del Mar. Oaxaca, México.

Aguilar-Palomino, B. (2006). Evaluación biológico pesquera de la escama marina del Estado de Jalisco. Informe Técnico. Instituto de Acuicultura y Pesca del Estado de Jalisco. IAPEJ-SEDER. Jalisco y DEDSZC-Universidad de Guadalajara.



Aguilar-Palomino (2017). Ictiofauna Marina y Lagunar estuarina de la Costa de Jalisco. La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado. Comisión Nacional para la Biodiversidad Tomo II.. CONABIO. 2017. México. D.F.

Allen, G.R. y D.R. Robertson. (1994). Fishes of the Tropical Eastern Pacific. Univ. of Hawaii Press. 332 pp.

Contreras Espinoza F. (1993). Ecosistemas Costeros Mexicanos Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la biodiversidad. México D.F.

Filonov, A, I. Tereschenco, 1998. Variation of the temperature, salinity and this structure on the continental shelf of the east part of Mexico. Russian Meteorology and Hidrology, 6, 51-58.

Kessler, W.S. (2006). The Circulation of the eastern tropical Pacific: A review. Prog. Ocean. 69: 181-217.



Clave 2023-5PA



Clave 2023-6PA

Microplásticos y su relación con la microbiota de organismos acuáticos

Ortiz-Espinoza Emmanuel*, Peraza-Gómez Viridiana, Trejo Flores José Vladimir

Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit. C.P. 8603. Carretera Los Cocos- San Blas Km 12 Bahía Matanchén, Nayarit, México.; *Autor de correspondencia: phdeoe110788@gmail.com.

Introducción

Más del 95 % de desechos marinos que se acumulan y esparcen en todas las matrices del medio marino (445 millones de toneladas/año) son los microplásticos (MPs), partículas con un tamaño < 5 mm de diámetro constituidos por una mezcla heterogénea con diferentes formas; fragmentos, fibras, esferoides, gránulos, gránulos, escamas o perlas y colores (Barboza y Jiménez, 2015; Galganiel *et al.*, 2015).

Los MPs se han determinado en sedimentos y organismos acuáticos como larvas de artemia, fitoplancton, peces, moluscos, entre otros, (Al-Thawadi, 2020). La microbiota puede ser considerada como un indicador de la salud de un ecosistema, la cual sufre cambios debido a la interacción con MPs (Harrison *et al.*, 2011).

En esta revisión se analizaron diversos trabajos de investigación enfocados en la caracterización de la microbiota en organismos marinos en presencia de MPs, considerando los efectos que estos causan en las comunidades bacterianas, al igual que los factores ambientales para su interacción, causando en algunos casos incremento en la patogenicidad, surgimiento de bacterias con resistencia ante patógenos, entre otros (Gallo *et al.*, 2018; Su *et al.*, 2021), asimismo, diversos estudios resaltan una gran diversidad microbiana asociada a los residuos plásticos, cuya identidad y función aún son objeto de estudios (Urbanek *et al.*, 2018). La influencia del medio ambiente, su interacción con microplásticos y la adaptación de la microbiota serán discutidos.

Formación de biofilms

Los MPs representan una nueva zona para ser colonizada por bacterias y de organismos eucariontes, que en otras circunstancias no podrían sobrevivir, favoreciendo a algunas bacterias oportunistas, al igual que aquellas bacterias con características propias, entre ellas la formación de biopelículas (Keswani *et al.*, 2016; Arias-Andrés *et al.*, 2018). La evidencia sugiere que la presencia de MPs podría



favorecer cambios en la microbiota, formando una comunidad microbiana única gracias a la formación de biofilms, pero además, se han reportado genes de resistencia de antibióticos, los cuales podrían causar efectos en el ambiente y en sistemas de producción como en acuicultura (Dong *et al.*, 2021), pero en el ecosistema marino no se conocen los efectos.

Modificaciones de la microbiota por exposición a MPs en peces, moluscos y crustáceos de importancia comercial para el consumo humano

La interacción con MPs causa cambios en organismos acuáticos, como *P. vannamei* en un periodo de exposición de 14 días a nivel de microbiota, aumentando filos como las Proteobacterias y Bacteroidetes, así como cambios a nivel proteómico y metabolómico (Duan *et al.*, 2021). En otro estudio reciente se evaluó la abundancia de la microbiota intestinal en el pez cebra, en el cual se identificaron un total de 25 familias de bacterias como las principales contribuyentes a las alteraciones del microbioma, la cual cambió significativamente con la exposición de los MP (Qiao *et al.*, 2019).

Es importante conocer el comportamiento de las comunidades bacterianas ante la presencia de MPs como medida de prevención, debido a que algunos estudios los relacionan con el aumento de cepas patógenas a comparación de bacterias de vida libre, principalmente del género *Vibrio* (Bowley *et al.*, 2021).

Efectos de la interacción de la microbiota con los MPs en el medio ambiente

Los organismos marinos manifiestan diferentes respuestas ante los MPs, como el estrés oxidativo inducido por partículas de poliestireno, la acumulación y traslocación de MPs, anomalías en la reproducción, así como la toxicidad a causa de la interacción con contaminantes orgánicos persistentes, metales pesados, aditivos y patógenos (Alimba y Fiago, 2019). Los diferentes elementos en el ambiente marino, como los metales pesados y los antibióticos alteran las comunidades bacterianas después de un tiempo de exposición, por ejemplo, en un estudio se demostró que, en presencia de tetraciclina y Cobre, el filo *Firmicutes* prevaleció sobre otros géneros, como las proteobacterias (Zhao *et al.*, 2021)

Perspectivas

Es evidente que las comunidades bacterianas presentan características específicas al interactuar con MPs, pero este efecto es variable dependiendo del tipo de plástico, al igual que el organismo, la concentración y tamaño de microplásticos, además del medio donde interactúan.



Anteriormente, se discutió sobre la interacción de MPs y su efecto en las comunidades microbianas, las cuales son importantes elementos en el ecosistema. Es necesario abundar más sobre los efectos de los MPs en los ecosistemas marinos y cuáles serán los efectos de su interacción a largo plazo.

Es importante continuar con investigaciones estableciendo la posible relación de MPs influye o no en la asociación con diferentes grupos de bacterias, así como determinar cómo afecta los ecosistemas marinos. Es evidente que la microbiota asociada a microplásticos es diferente al de otros escenarios, como son bacterias patógenas del género *Vibrio*, al igual que bacterias del filo *Proteobacteria* y *Bactericetes*.

Los MPs favorecen el crecimiento de comunidades microbianas diferentes a las que se encuentran en otros ecosistemas, con capacidad de sintetizar enzimas y metabolitos, que podrían alterar la microbiota.

Bibliografía

- Alimba, C. G., y Faggio, C. (2019). Microplastics in the marine environment: Current trends in environmental pollution and mechanisms of toxicological profile. *Environmental toxicology and pharmacology*, 68, 61-74. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2019.03.001>.
- Al-Thawadi, S. (2020). Microplastics and nanoplastics in aquatic environments: challenges and threats to aquatic organisms. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 45(6), 4419-4440. <https://doi.org/10.1007/s13369-020-04402-z>
- Álvarez-Ruiz, S. A. P., Luna-González, A., Escamilla-Montes, R., Fierro-Coronado, A., Diarte-Plata, G., García-Gutiérrez, C., y Peraza-Gómez, V. (2022). Gut bacterial profile associated with healthy and diseased (AHPND) shrimp *Penaeus vannamei*. *Latin american journal of aquatic research*, 50(2), 197-211. <http://dx.doi.org/10.3856/vol50-issue2-fulltext-2839>
- Arias-Andres, M., Klümper, U., Rojas-Jimenez, K., y Grossart, H.P. (2018). Microplastic pollution increases gene exchange in aquatic ecosystems. *Environmental pollution*, 237, 253-261. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.058>
- Barboza, L.G.A., Gimenez, B.C.G. (2015). Microplastics in the marine environment: current trends and future perspectives. *Marine Pollution Bulletin*, 97, 5–12. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.06.008>.
- Boucher J. y Friot D, 2017. Primary microplastics in the oceans: a global evaluation of sources. IUCN, Gland: 43 pp. ISBN: 978-2-8317-1827-9. <dx.doi.org/10.2305/IUCN.CH.2017.01.en>



- Bowley, J., Baker-Austin, C., Porter, A., Hartnell, R., y Lewis, C. (2021). Oceanic hitchhikers—assessing pathogen risks from marine microplastic. *Trends in microbiology*, 29(2), 107-116. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2020.06.011>
- Dong, H., Chen, Y., Wang, J., Zhang, Y., Zhang, P., Li, X., Zou, J., y Zhou, A. (2021). Interactions of microplastics and antibiotic resistance genes and their effects on the aquaculture environments. *Journal of hazardous materials*, 403, 123961. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123961>.
- Duan, Y.F., Wang, Y., Liu, Q.S., Zhang, J.S., Xiong, D.L., (2019). Transcriptomic and microbiota response on *Litopenaeus vannamei* intestine subjected to acute sulfide exposure. *Fish and Shellfish Immunology*, 88, 335-343. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.02.021>.
- Galgani, F., Hanke, G., y Maes, T. (2015). Global distribution, composition and abundance of marine litter. *Marine anthropogenic litter*, 29-56. ISBN 978-3-319-16509-7. ISBN 978-3-319-16510-3 (eBook). DOI 10.1007/978-3-319-16510-3.
- Gallo, F., Fossi, C., Weber, R., Santillo, D., Sousa, J., Ingram, I., Nadal, A., Romano, D., 2018. Marine litter plastics and microplastics and their toxic chemicals components: the need for urgent preventive measures. In *Analysis of Nanoplastics and Microplastics in Food* 30. eBook ISBN 9780429469596.
- Harrison, J. P., Sapp, M., Schratzberger, M., y Osborn, A. M. (2011). Interactions between microorganisms and marine microplastics: a call for research. *Marine Technology Society Journal*, 45(2), 12-20. ISSN 0025-3324. <https://ueaeprints.uea.ac.uk/id/eprint/84453>.
- Keswani, A., Oliver, D. M., Gutierrez, T., y Quilliam, R. S. (2016). Microbial hitchhikers on marine plastic debris: human exposure risks at bathing waters and beach environments. *Marine environmental research*, 118, 10-19. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.04.006>.
- Qiao, R., Sheng, C., Lu, Y., Zhang, Y., Ren, H., y Lemos, B. (2019). Microplastics induce intestinal inflammation, oxidative stress, and disorders of metabolome and microbiome in zebrafish. *Science of the Total Environment*, 662, 246-253. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.245>
- Rummel, C. D., Jahnke, A., Gorokhova, E., Kühnel, D., y Schmitt-Jansen, M. (2017). Impacts of biofilm formation on the fate and potential effects of microplastic in the aquatic environment. *Environmental science y technology letters*, 4(7), 258-267. <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.7b00164>
- Su, Y., Zhang, Z., Zhu, J., Shi, J., Wei, H., Xie, B., y Shi, H. (2021). Microplastics act as vectors for antibiotic resistance genes in landfill leachate: The enhanced roles of



the long-term aging process. *Environmental Pollution*, 270, 116278. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116278>.

- Urbanek, A. K., Rymowicz, W., & Mirończuk, A. M. (2018). Degradation of plastics and plastic-degrading bacteria in cold marine habitats. *Applied microbiology and biotechnology*, 102, 7669-7678. <https://doi.org/10.1007/s00253-018-9195-y>.
- Zettler ER, Mincer TJ, Amaral-Zettler LA, (2013). Life in the “Plastisphere”: microbial communities on plastic marine debris. *Environmental Science & Technology*, 47:7137-7146. <https://doi.org/10.1021/es401288x>.
- Zhao, Y., Gao, J., Wang, Z., Dai, H., & Wang, Y. (2021). Responses of bacterial communities and resistance genes on microplastics to antibiotics and heavy metals in sewage environment. *Journal of hazardous materials*, 402, 123550.

Agradecimientos: El Dr. Emmanuel Ortiz Espinoza (CVU: 418613) agradece la beca CONACYT de posdoctorado Nacional 2023- 2024 con clave: BP-PA-20220705001944853-2482401.



Clave 2023-7PA

La acreditación de las licenciaturas del ámbito de las ciencias del mar en México

Eduardo Alfredo Zarza Meza

Presidente de la Asociación Nacional de Profesionales del Mar, A. C., ANPROMAR, A. C.
anpromar@prodigy.net.mx

Resumen:

Uno de los objetivos fundamentales del Comité de Acreditación de las carreras del ámbito marítimo, pesquero, acuícola y de las Ciencias del Mar de la Asociación Nacional de Profesionales del Mar, A. C., ANPROMAR, A.C., es el de coadyuvar al desarrollo de las actividades marítimo, pesqueras y acuícolas de nuestro país, brindando asesoría técnica tanto al sector productivo como a las diferentes Instituciones Educativas y de Investigación.

Una vez que la educación se encuentra dentro del proceso económico de globalización, se debe participar en una intensa competencia en los diferentes campos de la economía de las naciones involucradas, es aquí en donde las Ciencias del Mar juegan un papel estratégico, en cuanto a la influencia de sus egresados los cuales deben de ser altamente competitivos con el único fin de impulsar las actividades Marítimo-Pesqueras y Acuícolas

Palabras Clave: Comité de Acreditación, acreditación, re acreditación

Antecedentes:

Los procedimientos de evaluación en el sector educativo son recientes: en 1991 la Coordinación Nacional para la Planeación de la Educación Superior (CONPES), propuso la conformación de los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES), estableciéndose como una instancia dependiente de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior de la República Mexicana, A.C.(ANUIES), al que se le asignan atribuciones para efectuar procesos de evaluación diagnóstica de los programas educativos y las funciones de las instituciones. A partir del año 2009, los Comité Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior, conformados en asamblea de asociados constituida por 9 instituciones y operando nueve Comités, los primeros siete se abocan a la evaluación de Programas Educativos y los dos últimos a las funciones de las instituciones de educación superior.

Mención especial merece el Comité de Ciencias Agropecuarias, el cual inicialmente se le denominó Comité de Ciencias Agropecuarias y Pesqueras, que incluía a los programas relacionados con las ciencias del mar: Oceanología, Acuicultura, Biología



Marina, etc.

Posteriormente, en el año 2000, la Secretaría de Educación Pública (SEP), la Coordinación Nacional para Planeación de la Educación Superior (CONPES), la Comisión Nacional para la Evaluación de la Educación Superior (CONAEVA) y la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), establecieron que la promoción y evaluación de la calidad de los programas académicos de educación superior, debía realizarse por medio de agencias u organismos gremiales especializados, representativos de las diferentes profesiones, tal y como se realiza en la mayoría de los países del mundo, de esta forma se acuerda la creación de un organismo no gubernamental que regulara los procesos de acreditación, instaurando el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior, A.C. (COPAES).

A partir del 2010 el COPAES se separa orgánica y administrativamente de los CIEES.

El COPAES al igual que los CIEES, tiene como máxima autoridad la asamblea con 11 asociados de diferentes instituciones:

Si efectuemos un análisis de las asambleas generales de los CIEES y COPAES, se observa, que participan en ambos organismos varias unidades administrativas, como la Subsecretaría de Educación Superior (SEP), la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior de la República Mexicana, A.C. (ANUIES) y la Federación de Instituciones Mexicanas Particulares de Educación Superior (FIMPES).

Esto resulta incongruente ya que falta definir las atribuciones para ambos organismos: en el caso de los CIEES, el resultado de sus procesos de evaluación diagnóstica termina con la obtención ya sea del nivel 1 o bien nivel 2; mientras que en el caso de los organismos acreditadores del COPAES, es el de acreditación o no acreditación de los programas educativos evaluados.

En este sentido se le da el mismo valor de calidad a los programas acreditados y re acreditados a los que tienen nivel 1.

Lo anterior causa conflicto y confusión entre los programas educativos que son susceptibles de iniciar el proceso de acreditación.

Otro aspecto que destacar es que dentro de la Asamblea del COPAES no existe una representación de los organismos acreditadores, lo cual los tiene en desventaja al no participar en la toma de decisiones, las cuales son de forma unilateral.

En el año de 1994, el Comité de Ciencias Agropecuarias y Pesqueras de los CIEES, elabora el primer “Marco de Referencia para la Evaluación”, documento base para llevar a cabo procesos de evaluación diagnóstica, el cual fue analizado y actualizado en el año 1995.



Tomando en cuenta la experiencia adquirida se conforman los primeros organismos acreditadores que emanaron del comité anteriormente citado, siendo:

1. Comité Mexicano para la Acreditación de la Educación Agronómica, A.C. (COMEAA).
2. Consejo Nacional de Educación de la Medicina Veterinaria y Zootecnia, A. C. (Conevet).
3. Asociación Nacional de Profesionales del Mar, A. C., (ANPROMAR).

Estos organismos acreditadores son reconocidos por el COPAES en el año 2000 y 2002, siendo los primeros en ser registrados.

Este marco normativo y operativo es evaluado por un comité técnico nombrado por el COPAES, dando como resultado el reconocimiento a la ANPROMAR, A.C., el 6 de abril del 2006 con oficio No. DG/145/2006. Para realizar funciones como organismo acreditador no gubernamental de programas académicos de educación superior en los niveles de licenciatura, técnico superior universitario o profesional asociado y diplomados en los programas relacionados con las Ciencias del Mar.

Metodología:

Se analizaron los anuarios Estadísticos de la ANUIES, igualmente las páginas Web de la Anpromar, A. C. y del COPAES

Resultados:

La educación en Ciencias del Mar del nivel superior muestra una severa crisis. En este sentido, debemos señalar que del total de la matrícula del nivel superior en el ciclo escolar 2018-2019, con una atención de 4'344,133 alumnos del sector tecnológico y universitario, los alumnos inscritos en 56 Programas que imparten Licenciaturas de las Ciencias del Mar en 36 Instituciones, con una matrícula de 7,976 alumnos, representa únicamente el 0.18 % de la matrícula total, sin incluir la educación normal. (Cuadro I y II).



**Cuadro I. RELACIÓN DE INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR QUE
IMPARTEN CARRERAS RELACIONADAS CON EL AMBITO MARÍTIMO-PESQUERO
Y ACUÍCOLA EN MEXICO, CICLO ESCOLAR 2018-2019 (ANUIES 2019).**

Institución	Unidad Administrativa	Programas	Matricula	Acreditaciones
1. Universidad Autónoma de Baja California	Facultad de Ciencias Marinas	Licenciatura en Oceanología	308	Reacreditado
		Licenciatura en Biotecnología Acuícola	199	Reacreditado
2. Universidad Autónoma de Baja California Sur	Área de Ciencias del Mar Departamento de Biología Marina Campus: La Paz	Licenciatura en Biología Marina	381	Reacreditado
		Ingeniero en Pesquerías	138	
		Bioingeniería y Acuicultura	51	
3. Universidad Autónoma del Carmen	DES Ciencias Naturales y Exactas	Licenciatura en Biología Marina	135	Reacreditado
4. Dirección General de Educación Superior Tecnológica.	Instituto Tecnológico en Lerma, Camp	Ingeniería en Acuicultura	28	
5. Universidad Autónoma de Chiapas	Campus: Tapachula, Chiapas	Ingeniero en Sistemas Costeros	81	Acreditado
6. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas	Campus del Mar, Tonalá, Chis.	Licenciatura en Biología Marina y Manejo Integral de Cuencas	175	Reacreditado
7. Universidad de Colima	Facultad de Ciencias Marinas	Licenciatura en Oceanología	66	Reacreditado Reacreditado
		Ingeniero Oceanólogo	93	
		Administración de Recursos Marinos	79	
8. Universidad Autónoma Metropolitana	División de Ciencias Biológicas y de la Salud Unidad Iztapalapa	Licenciatura en Hidrobiología	502	Acreditado



9. Universidad Autónoma de Guerrero	Unidad Académica de Ecología Marina, Acapulco, Gro.	Licenciatura en Ecología Marina	259	Reacreditado
10. Universidad Tecnológica del Mar del Estado de Guerrero		Ingeniería en Acuicultura	17	
11. Universidad Tecnológica del Mar del Estado de Guerrero		Técnico Superior Universitario en Acuicultura	45	
12. Universidad de Guadalajara	Unidad: Autlan de Navarro Centro Universitario de la Costa Sur	Biología Marina	241	
13. Universidad Tecnológica de la Costa		Técnico Superior Universitario en Acuicultura Área de Proyectos	22	
14. Universidad Autónoma de Nayarit	Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera	Ingeniero Pesquero Ingeniero en Acuicultura	69 48	Reacreditado Reacreditado
15. Tecnológico Nacional de México.	Instituto Tecnológico Bahía de Banderas, Nay	Licenciatura en Biología Marina Ingeniería Ambiental	123 46	Reacreditado Acreditado
16. Universidad del Mar	Puerto Ángel, Oax	Licenciatura en Biología Marina Licenciatura en Ocenología Licenciatura en Ciencias Marítimas Ingeniería en Acuicultura	192 7 68 14	Acreditado
17. Tecnológico Nacional de México	Instituto Tecnológico en Salina Cruz Oaxaca	Ingeniería en Pesquerías Ingeniero en Acuicultura	0 104	
18. Universidad del Papaloapan	Campus: Loma Bonita	Ingeniero en Acuicultura	14	



19. Tecnológico Nacional de México	Instituto Tecnológico Superior de Tlatlauquitepec, Puebla	Ingeniero en Acuicultura	55	
20. Fideicomiso de Escuelas de la Marina Mercante S.C.T.	Escuela Náutica Mercante Capitán de Altura Antonio Gómez Maqueo, Mazatlán, Sin.	Piloto Naval Maquinista Naval	296 220	
21 Universidad Autónoma de Sinaloa	Facultad de Ciencias del Mar	Biólogo Acuicultor Biólogo Pesquero Licenciatura en Gestión de Zona Costera	317 325 72	Reacreditado Reacreditado
22. Tecnológico Nacional de México	Instituto Tecnológico en Mazatlán, Sin.	Ingeniería en Pesquerías Ingeniero Naval	65 256	Reacreditado Reacreditado
23. Tecnológico Nacional de México	Instituto Tecnológico de Guaymas, Son	Ingeniería en Acuicultura Ingeniería en Pesquerías	56 0	
24. Universidad Estatal de Sonora	Campus: Navojoa	Licenciatura en Biotecnología Acuática	57	Reacreditado
25. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	División Académica de Ciencias Agropecuarias	Ingeniero en Acuicultura	40	Reacreditado
26. Tecnológico Nacional de México	Instituto Tecnológico Superior de Centla	Ingeniero en Pesquerías	32	
27. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.	Extensión Universitaria de Los Ríos, Tenosique, Tab. División Académica Multidisciplinaria	Ingeniería en Acuicultura	35	Reacreditado
28. Universidad Tecnológica del Mar de Tamaulipas Bicentenario	La Pesca, Tamps.	Licenciatura en Ingeniería Acuícola Técnico Superior Universitario	45 97	



29. Fideicomiso de Escuelas de la Marina Mercante S.C.T.	Escuela Náutica Mercante en Tampico, Tamps.	Piloto Naval Maquinista Naval	266 133	
30. Universidad Veracruzana	Facultad de Ingeniería Naval	Ingeniero Naval	239	
31. Universidad Veracruzana	Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Región Poza Rica-Tuxpan	Licenciatura en Biología Marina	243	Reacreditado
32. Tecnológico Nacional de México	Instituto Tecnológico en Boca del Rio, Ver.	Licenciatura en Biología Marina Ingeniería en Acuicultura Ingeniero Naval Técnico Profesional en Buceo Industrial	374 68 157 78	Reacreditado Reacreditado
33. Fideicomiso de Escuelas de la Marina Mercante S.C.T.	Escuela Náutica Mercante Cap. De Alt. Fernando Siliceo	Ingeniero Mecánico Naval	230	
34. Heroica Escuela Naval Militar	Secretaría de Marina	Ingeniería en Ciencias Navales	330	
35. Universidad Autónoma de Yucatán	Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	Licenciatura en Biología Marina	266	Reacreditado
326 Universidad Nacional Autónoma de México	Campus: El Sisal, Yucatán	Licenciatura en Manejo Sustentable de la Zonas Costeras	69	
TOTAL	36	56	7,976	



**Cuadro II Matrícula Escolar de la Educación Superior en Ciencias del Mar.
2018-2019**

Licenciatura/Año	2004	2019
Población Escolar Nacional *	2'087,698	4'344,133
Población Escolar Nacional del Área de Ciencias del Mar	9,056	7,976
Porcentaje de la Población Escolar Nacional del Área de Ciencias del Mar	0.43%	0.18%

***Nota: No se incluye la Educación Normal**

De los 56 Programas de Ciencias del Mar están acreditados 26

Conclusiones:

México cuenta con amplios recursos marinos, fuente de minerales, energéticos y alimentos. El mar constituye también una vía de comunicación entre regiones con el resto del mundo y es escenario de los centros turísticos más importantes del territorio nacional.

Contamos con 11,500 kilómetros de litoral, 3 millones de kilómetros cuadrados de Zona Económica Exclusiva, 358 mil kilómetros cuadrados de plataforma continental y 2.5 millones de hectáreas de aguas susceptibles de utilizarse para actividades acuícolas. Con esto nuestro país debería ubicarse dentro de las zonas pesqueras más importantes del mundo.

Por lo anterior es de vital importancia el fortalecer el sector educativo tanto de Nivel Medio Superior como Superior del ámbito Marítimo-Pesquero y Acuícola ya que se preparan los futuros profesionistas que serán responsables fundamentalmente de la generación de alimento de alto valor proteínico a bajo costo y generación de empleos,



no se puede realizar una educación de calidad donde falta infraestructura específica, así como personal docente altamente habilitado.

Bibliografía:

Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES). Anuario Estadístico 2019, Población Escolar de Licenciatura en Universidades e Institutos Tecnológicos. ANUIES, México, 2014

Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior, CIEES-SEP-ANUIES.

Comité de Ciencias Agropecuarias y Pesqueras.
Marco de Referencia para la Evaluación, 1994.

Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior, CIEES-SEP-ANUIES.

Comité de Ciencias Agropecuarias y Pesqueras.
Marco de Referencia para la Evaluación, Segunda Edición, 2001.

COPAES, A.C. 2012. Marco General para los Procesos de Acreditación de Programas de Nivel Superior -2012, del COPAES.

COPAES, A.C. 2012. Marco General para los Procesos de Acreditación de Programas de Nivel Superior -2012.

Comité de Acreditación y Certificación de las Licenciaturas de las Ciencias del Mar de la ANPROMAR, A. C. Metodología para la Acreditación 2002.

Comité de Acreditación y Certificación de las Licenciaturas de las Ciencias del Mar de la ANPROMAR, A. C. Metodología para la Acreditación 2013.

Zarza E. La Educación en Ciencias del Mar, avances y perspectivas, AM. Editores, 2021



2023-8PA

Tilapia culture, using a fed composed by water hyacinth and commercial feed, in order to reduce the production cost, and encourage the small-scale aquaculture in South of Sinaloa Mexico

Guillermo Galindo Reyes

Technological University of Escuinapa, Bioprocess department. Camino Al Gausimal s/n, Escuinapa, Sin. 82400 México.

Abstract

Tilapia culture is increasing as in Mexico as in other countries of world; however, one of main problem is the food cost; therefore, the aim this work was to use water hyacinth as a complement in tilapia feeding, and thus reduce production cost. Dried water hyacinth added with cane molasses, was fermented using *Lactobacillus acidophilus*. The fermented product was mixed with commercial feed and cornmeal, at 30-60-10 percent respectively. The mixture was extruded and dried to be used as tilapia feed. Tilapia juveniles (13-16 g) were placed in plastic ponds; once tilapias reached 24-26 g, were transferred to a 4,678-liter pond (experimental group) while the control group was distributed in three 100-liter ponds. The experimental group was fed with food prepared with water hyacinth, while control group with commercial food. To know the tilapias growth of each groups, the weight gain of both groups, was recorded every 2 weeks; also to check the water state, its physicochemical parameters were recorded. At end of 9 biweeklies the data amounts were enough to compare the tilapia growth of both groups using a modified von Bertalanffy equation to calculate the tilapiagrowth based on the weight increase. Results indicate that the growth rate of tilapia fed water hyacinth-supplemented feed, was 8% higher than that tilapia fed commercial feed. Another important fact is that feed cost prepared with water hyacinth was 30% lower than commercial food. These results demonstrate that small and medium-scale tilapia farming can be developed in southern Sinaloa, which will create jobs for inhabitants of small communities, strengthening the family economy and the social fabric.



III Panel de Experiencias en la Acreditación de Programas en Medicina Veterinaria, Biología, Pesquera y Agricultura. Coordinador: Dr. Javier Romo Rubio. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Sinaloa. México.

Relatoría del Panel del “Experiencias en la Acreditación de Programas en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Biología Pesquera y Agricultura”

El panel inició a las 1900 h del día viernes 24 de marzo de 2023, con la presencia de los panelistas:

Dr. Fidel Ávila Ramos, de la Universidad de Guanajuato; Dr. Omar Prado Rebolledo, de la Universidad de Colima; Dr. Heriberto Rodríguez Frausto, de la Universidad Autónoma de Zacatecas; Dr. Eduardo Alfredo Sarza Meza, Presidente de ANPROMAR A.C., organismo reconocido por el COPAES para la acreditación de programas educativos del área de las Ciencias Marinas, Acuícolas y Pesqueras; además de la presencia de profesores e investigadores de distintas universidades mexicanas, investigadores de centros de investigación nacional e invitados de países de América del Sur y del caribe. El panel fue coordinado por el Dr. Javier Alonso Romo Rubio, profesor e investigador de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

El panel inició con una breve introducción por arte del Dr. Javier Alonso Romo Rubio, quien expuso que los programas educativos del área de las ciencias agropecuarias la evaluación de la calidad educativa la realiza el CONEVET A.C. (Medicina Veterinaria y Zootecnia), COMEAA A.C. (Agronomía) y ANPROMAR A.C. (Ciencias del Mar); todos reconocidos por el COPAES, y con base en los resultados de la evaluación emiten un dictamen de Acreditado o no Acreditado. A la fecha hay 18 PE de MVZ acreditados; 20 PE del área de Ciencias del Mar y 138 PE de agronomía. Posteriormente se cedió la palabra a los panelistas, quienes tuvieron hasta 20 minutos para exponer sus experiencias en los procesos de acreditación en cada una de las Instituciones de Educación Superior de origen.

El Panel inició con la participación del Dr. Omar Prado Rebolledo (U de Col.) quien dio una amplia explicación de las categorías, criterios, indicadores y estándares de referencia contemplados en la evaluación de los Programas Educativos de Medicina Veterinaria y Zootecnia de México, contemplados por el CONEVET A. C., remarcando que es necesario que las autoridades universitarias destinen recursos para fortalecer los espacios de apoyo a la docencia y a la investigación, derivado de las observaciones y sugerencias del organismo acreditador. Comentó que es necesario que en cada Dependencia de Educación Superior (DES) de Medicina Veterinaria y Zootecnia se Conforme una Comisión de Seguimiento a los proceso formativos y de apoyo, a fin de lograr la mejora continua de la Educación Veterinaria y la calidad de egreso profesional.



El Dr. Heriberto Rodríguez Frausto, enfatizó que es necesario operar en los hechos los programas educativos con bases filosóficas y pedagógicas para una formación por competencias profesionales integrales, centrando la atención en el aprendizaje de los estudiantes. Al respecto, el Dr. Fidel Ávila Ramos, externó que el desarrollo de competencias profesionales se puede fortalecer con programas de estadías profesionales semestrales en los semestres finales de la carrera, y que cada institución debería de analizar la mejor forma de operar dichas estadías.

Se hizo referencia a que en los PE del área agropecuaria crecen en población pero no en infraestructura, lo que no es congruente con una política de mejora en la calidad educativa.

El Dr. Eduardo Sarza, dio una amplia explicación de las categorías, criterios e indicadores utilizados para la evaluación de los programas educativos del área de la biología pesquera y acuícola. Remarcó que es necesario hacer un diagnóstico del contexto y con base en ello plantear alternativas de solución a los problemas de formación profesional en el área agropecuaria; al respecto, hizo entrega de un libro que analiza el contexto en el área de la biología pesquera y acuícola (La Educación en Ciencias del Mar en México: Avances y Perspectivas).

Mencionó que los CIEES (Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior), elaboraron los marcos contextuales de los PE del área de las Ciencias Agropecuarias. Los CIEES cumplen la función de hacer un diagnóstico de la situación que guardan las DES, respecto de los distintos elementos que intervienen en el proceso educativo y formativo de los estudiantes y con base en ello emiten un dictamen (Nivel 3, 2 o 1) así como observaciones y sugerencias de mejora tanto en infraestructura como en el proceso formativo; en tanto que los organismos acreditadores emiten un dictamen de Acreditación de Calidad educativo o de no acreditación de Calidad Educativa; sin embargo en los últimos años las autoridades universitarias han optado por la evaluación diagnóstica de los CIEES.

Los trabajos del panel concluyeron a la 2100 h de 24 de marzo de 2023; clausurando el evento el Dr. Eduardo Alfredo Sarza Meza, Presidente de ANPROMAR A.C.



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, CONACyT). Para junio 2023 tendrá asignado el Factor de Impacto del JCR.

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico/index.php/abanico-veterinario>

- Abanico Agroforestal, incluye producción animal, revista internacional indexada (DIALNET). Para 2024 ingresara al SciELO. Favor de enviar aportaciones para lograr ingresarla al index CONACYT.

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico/index.php/abanico-agroforestal>

- Abanico Boletín Técnico (tiene DOI) Difusión Social

<https://abanicoacademico.com/abanicoboletintecnico/index>

- Abanico Canal YouTube Publicamos tu video académico. Difusión Social.

https://www.youtube.com/channel/UCeBpFgCGjdHzru4MWfOArmQ?view_as=subscriber

- **Congresos:** Memorias y además se edita un libro con ISBN. Participa como Conferencista, Ponente, Asistente, Moderador.
- ✓ Congreso Internacional Abanico Veterinario, Agroforestal, Pesquero y Acuícola (presencial) MARZO 2023.
- ✓ Congreso Virtual Internacional Abanico Veterinario, Agroforestal, Pesquero y Acuícola, es asincrónico, participa en el foro con videos casi todo el año.

<https://abanicoacademico.mx/congreso/>

- **Red** Internacional Abanico en Ciencias Veterinarias, Agroforestales, Pesqueras y Acuícolas. 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 CONACyT de México. Participa como Panelista o Asistente en congreso presencial.



-
- **Panel** de Experiencias en la Acreditación de Programas Educativos de Medicina Veterinaria, Producción Animal, Biología, Agricultura, Forestal, Pesquera y Acuicultura. 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/>

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



Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, agrícolas y Pecuarías

