



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

MEMORIA

XXXV REUNIÓN INTERNACIONAL SOBRE PRODUCCIÓN DE CARNE Y LECHE EN CLIMAS CALIDOS

“En honor a la trayectoria en investigación
del Dr. Miguel Cervantes Ramírez”

9 y 10 de octubre de 2025

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



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS



AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

DR. LUIS ENRIQUE PALAFOX MAESTRE

Rector

MTRA. EDITH MONTIEL AYALA

Secretaria General

DR. JESÚS ADOLFO SOTO CURIEL

Vicerrector campus Mexicali

DRA. DORA LUZ FLORES GUTIÉRREZ

Coordinadora de Posgrado e Investigación

DR. DANIEL GONZÁLEZ MENDOZA

Director del Instituto de Ciencias Agrícolas

Mexicali, Baja California México.



COMITÉ ORGANIZADOR

PRESIDENTA: Adriana Morales Trejo
SECRETARIOS: Ernesto Avelar Lozano
Néstor Arce Vázquez
TESORERA: Reyna Lucero Camacho Morales
Logística: Rubén Encinas Fregoso

COMITÉ CIENTÍFICO

Néstor Arce Vázquez	Saul Hernández Aquino
Adriana Morales Trejo	Marisol Galicia Juárez
Ernesto Avelar Lozano	Juan González Maldonado
Reyna Lucero Camacho Morales	José Alejandro Roque Jiménez
Benedicto Alfonso Araiza Piña	Vielka Jeanethe Castañeda Bustos
Ulises Macías Cruz	Miguel Alejandro Cabrera Cruz
Jesús Santillano Cázares	

PATROCINADORES



Aclaración: El contenido de los documentos incluidos en estas memorias es responsabilidad exclusiva de sus autores.



PRESENTACIÓN

En la actualidad, la producción animal está cada día más expuesta a los cambios en las condiciones climáticas del planeta que tienen repercusiones negativas en su eficiencia. Es por ello que la aplicación y generación de conocimiento en la fisiología, nutrición, reproducción y bienestar animal es de suma importancia para mantener niveles productivos adecuados a la demanda global de alimentos.

Así, el estrés por calor ha pasado a formar parte de los retos diarios que se enfrentan en los sistemas de producción pecuaria debido a su impacto en la fisiología, metabolismo y salud de los animales. Es por ello la importancia de conocer e implementar medidas nutricionales y de manejo para contrarrestarlo, algunas de las cuales se discuten en esta reunión. Lo anterior refleja la imperiosa necesidad que tenemos quienes nos dedicamos directa o indirectamente a la producción animal a mantenernos actualizados, y de aplicar esos conocimientos para lograr sistemas de producción eficientes, cuidando siempre del bienestar de los animales.

El grupo colegiado de Zootecnia del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California organiza la XXXV Reunión Internacional sobre Producción de Carne y Leche en Climas Cálidos. En esta ocasión, se hace énfasis en la nutrición del ganado y usos de aditivos para contrarrestar los efectos que el clima provoca en la producción, además de otros aspectos relacionados con la producción de los forrajes, productos cárnicos, bienestar y salud animal. La integración del programa de esta reunión se hizo con el esfuerzo de los integrantes de este grupo colegiado, con el apoyo de estudiantes de este instituto, y de nuestras autoridades y patrocinadores, a quienes extendemos un enorme y sincero agradecimiento.

EL COMITÉ ORGANIZADOR

Mexicali, Baja California. Octubre 2025.



ÍNDICE

ADICIÓN DE LEVADURA VIVA EN DIETAS DE CRECIMIENTO-FINALIZACIÓN BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS POR CALOR SOBRE CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL	7
TERNEROS SUPLEMENTADOS CON MINERALES TRAZA INYECTABLES BAJO CONDICIONES DE CLIMA CÁLIDO DURANTE LA RECEPCIÓN: CRECIMIENTO Y VARIABLES FISIOLÓGICAS	13
BAGAZO DE CEBADA PROCESADO COMO SUSTITUTO DE HARINA DE PESCADO EN DIETAS PARA CAMARÓN BLANCO DEL PACÍFICO (<i>LITOPENAEUS VANNAMEI</i>) CULTIVADO EN BIOFLOC	19
DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DE DIETAS PARA LA FINALIZACIÓN DE BOVINOS ADICIONADAS CON HARINA DE <i>TENEbrio MOLITOR</i> L.	25
EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE RESIDUO DE CAFÉ SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE DIETAS PARA RUMIANTES	31
CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE LA HARINA DE <i>Gryllus ASSIMILIS</i> (FABRICIUS, 1775) PARA SU UTILIZACIÓN EN DIETAS DE POLLOS DE ENGORDE.....	37
EFFECTO DEL CROMO METIONINA Y UN NIVEL BAJO DE RACTOPAMINA EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE CERDOS DE ENGORDA.....	43
SUPLEMENTACIÓN DE OVINOS EN FINALIZACIÓN CON BAGAZO DE DÁTIL EN MEXICALI, BAJA CALIFORNIA	49
ALIMENTACIÓN PRE-DESTETE DE CORDEROS DORPER X KATAHDIN CON PROPIONATO DE CALCIO: IMPACTO EN AJUSTES METABÓLICOS.....	55
ADICIÓN DE UNA LEVADURA VIVA EN DIETAS DE BECERRAS LECHERAS EN ESTRÉS POR CALOR SOBRE COMPONENTES SANGUÍNEOS.....	61
EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE BAGAZO DE CERVEZA Y XILANASA SOBRE CALIDAD NUTRITIVA IN VITRO DE DIETAS PARA GANADO DE ENGORDA EN FINALIZACIÓN.....	67
COMPORTAMIENTO CONDUCTUAL DE MACHOS HOLSTEIN VS CRUZAS LIMOUSIN X HOLSTEIN DURANTE LA ETAPA DE FINALIZACIÓN EN CORRAL DE ENGORDA.....	73
EFFECTO DE LAS CAUSAS DE ELIMINACIÓN SOBRE LA VIDA PRODUCTIVA DE LAS CERDAS EN EL TRÓPICO DE MÉXICO	79
EFFECTO DEL AMAMANTAMIENTO RESTRINGIDO EN EL PESO PRE Y POST-DESTETE DE CORDEROS	85
PRECISIÓN DE LA TERMOGRAFÍA INFRARROJA OCULAR, NASAL Y AURICULAR EN CERDAS REPRODUCTORAS CON Y SIN ENFRIAMIENTO EN UN AMBIENTE CÁLIDO MODERADO	91
EVALUACIÓN DE PROTEÍNA Y CASEÍNA EN LECHE DE BÚFALA DURANTE EL PRIMER PERIODO DE LACTANCIA.....	97
CAMBIOS EN LOS PATRONES DE CONSUMO DE CARNE EN MÉXICO TRAS LA PANDEMIA DE COVID-19: IMPACTO EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PECUARIA REGIONAL	103
CAMBIO CLIMÁTICO Y PRODUCCIÓN GANADERA.....	109
EFFECTOS ECONÓMICOS DE LA DISRUPCIÓN DEL GUSANO BARRENADOR (<i>COCHLIOMYIA HOMINIVORAX</i>) EN LA OFERTA DE BOVINOS PARA CARNE EN MÉXICO.....	115
IMPACTO ECONÓMICO PROVOCADO POR EL GUSANO BARRENADOR EN LA GANADERÍA MEXICANA: ANÁLISIS MULTISECTORIAL CON BASE EN LA MATRIZ DE INSUMO-PRODUCTO	121



EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON BAGAZO DE DÁTIL EN OVINOS EN FINALIZACIÓN: CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL.....	127
EVALUACION SENSORIAL DE CARNE DE CAPRINO (<i>CAPRA HIRCUS</i>) SUPLEMENTADO CON AJO (<i>ALLIUM SATIVUM</i>).....	133
EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS Y NUTRICIONALES DE LA PIERNA DE CERDOS ALIMENTADOS CON DIETAS CON RACTOPAMINA.....	139
EVALUACIÓN DE <i>MORINGA OLEIFERA</i> Y <i>CLITORIA TERNATEA</i> COMO FUENTES PROTEICAS SOSTENIBLES: VALOR NUTRITIVO, FERMENTACIÓN RUMINAL <i>IN VITRO</i> Y PRODUCCIÓN DE METANO	145
INFLUENCIA DE LA DEFOLIACIÓN EN LA COMPOSICIÓN DE CARBOHIDRATOS DEL PASTO MAVUNO (<i>UROCHLOA BRIZANTHA</i> X <i>U. RUZIZIENSIS</i>) EN LA ÉPOCA SECA	151
CONSERVACIÓN DE SEMEN DE VERRACO EN CÁMARA REFRIGERADA AUTOMÁTICA O MANUAL CON DILUYENTE DE LARGA DURACIÓN	157
EFFECTO DE VAINAS DE MEZQUITE Y GUAMÚCHIL EN LA DIETA SOBRE LA INCIDENCIA DEL ESTRO EN OVEJAS KATAHDIN	163
ACTIVIDAD ANTIHELMINTICA DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE <i>PITHECELLOBIUM DULCE</i> CONTRA <i>HAEMONCHUS CONTORTUS</i>	169
CONTROL DE PRRS MEDIANTE USO DE VACUNA HETEROLOGA AL VIRUS DE CAMPO EN GRANJA COMERCIAL EN SONORA: CASO DE ÉXITO.....	175



ADICIÓN DE LEVADURA VIVA EN DIETAS DE CRECIMIENTO-FINALIZACIÓN BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS POR CALOR SOBRE CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL

ADDITION OF LIVE YEAST TO GROWING-FINISHING DIETS UNDER HEAT STRESS CONDITIONS ON CARCASS CHARACTERISTICS

M.A. Barrera Silva^{1*}; I.C. Ortiz Castillo¹; H. Celaya Michel¹; H. González Ríos²; L.S. Medrano Vázquez²; A. Ochoa Meza¹; J.M. Córdova Leyva¹; E. Sánchez Villalba¹

¹Universidad de Sonora, departamento de Agricultura y Ganadería; ²Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD).

Resumen

El objetivo fue evaluar el efecto de una levadura viva en dietas de cerdos sobre las características de la canal. Se utilizaron 27 cerdos de 76 días de edad. Tratamientos, dieta testigo (T); dosis baja (DB), dieta testigo más 0.075% de levadura viva; y dosis alta de levadura (DA), dieta testigo más 0.15%. El estudio fue de 55 días, se utilizó un diseño de bloques completos al azar. Se evaluaron las características de la canal, grasa dorsal, área y profundidad del musculo *Longissimus thoracis* a nivel de la 10^a costilla. Resultados, al adicionar una DA se incrementó el peso de la canal (caliente y fría) al compararla con una DB ($P<0.05$), en el rendimiento de canal fría hubo una tendencia a ser diferente ($P<0.10$). La adición de levadura viva en dosis alta, mejora los pesos de la canal al compararla con una dosis baja, esto sin afectar en gran medida el resto de las características de la canal.

Abstract

The objective was to evaluate the effect of a live yeast on pig's diets on carcass characteristics. 27 pigs were used, which were 76 days old. Treatments were a control diet (T); a low dose (DB), control diet plus 0.075% of lives yeast; and a high dose (DA), control diet plus 0.15% of live yeast. The experimental phase had a duration of 55 days. A randomized complete block design



was used. Carcass characteristics were evaluated, backfat, area, and depth of the *Longissimus thoracis* muscle were measured at the level of the 10th rib. Results: adding DA increased carcass weight (both hot and cold) compared with DB ($P<0.05$), while cold carcass yield tended to be different ($P<0.10$). Adding live yeast at high dose improved carcass weight compared to a low dose, without significantly affecting other carcass characteristics.

Introducción

La carne de cerdo es una de las más consumidas a nivel nacional (SIAP, 2023), pero existen diversos factores por los cuales esta producción se ve minimizada, uno de ellos es el estrés por calor, el cual sufren los animales, siendo el cerdo uno de los más afectados. Por otra parte, el estado de Sonora, se encuentra entre los dos principales estados productores de carne de cerdo, pero las altas temperaturas en verano (26 a 49°C) ocasionan normalmente una disminución. Es conocido que la temperatura óptima para cerdos en crecimiento-finalización se encuentra entre 21 a 25 °C (Da Fonseca de Oliveira et al., 2019) y está comprobado cuando el animal se encuentra en una temperatura ambiente más alta que su temperatura confort u optima este entra en un desequilibrio, lo que ocasiona que priorice mantener su temperatura corporal, reduciendo el consumo de alimento afectando así la productividad y las características de su canal (Nyachoti et al., 2004). Debido a lo mencionado, es importante encontrar nuevas estrategias que ayuden a incrementar o eficientizar su producción. Se ha encontrado que la adición de levadura o productos de esta mejoran la productividad y con esto ciertas características de la canal (Liu et al., 2017; Galaz-Galaz et al., 2018; Dávila Ramírez et al., 2020), por lo anterior, el objetivo del estudio fue evaluar en verano el efecto de la



suplementación de levadura viva en dietas de crecimiento-finalización sobre las características de la canal de cerdos bajo estrés por calor.

Materiales y métodos

Animales y alojamiento

Se utilizaron 27 cerdos (machos castrados, cruza yorkshire x duroc), con un peso vivo promedio de 55 kg., los animales fueron alojados en corraletas individuales, las cuales contenían comederos de acero inoxidable y bebederos tipo nipple. El agua y alimento fueron adicionados *ad libitum*. Se tomó la temperatura y humedad dentro del edificio (Dispositivo Hoboware), esto para observar las condiciones del estudio.

Tratamientos

Los cerdos fueron asignados a tres tratamientos, de 9 repeticiones cada uno. Los tratamientos fueron Dieta testigo (T), dieta para llenar los requerimientos de cerdos de alto crecimiento magro (NRC, 2012); dosis baja de levadura (DB), dieta testigo más 0.075% de levadura viva, y dosis alta de levadura (DA), dieta testigo más 0.15% de levadura viva. La levadura viva utilizada fue *Saccharomyces cerevisiae* (2.0×10^{10} UFC/g) producto comercial BYWAYS®, Grupo Biotecap, S. A, de C. V., Tepatitlán, Jalisco, México.

Sacrificio y Evaluación de la Canal

El sacrificio y la evaluación de la canal se realizó en el rastro del Departamento de Agricultura y Ganadería, de la Universidad de Sonora a un peso promedio de 117 ± 4 kg. Los cerdos fueron insensibilización por una descarga eléctrica y después, se procedió al desangrado del animal, siguiendo los procedimientos convencionales de las normas oficiales mexicanas (051,



033, 062). El peso de la canal caliente fue registrado, y después las canales fueron refrigeradas por 24 h a 4 °C para obtener el peso de la canal fría; el largo de la canal fue medido, y los porcentajes de rendimiento de la canal caliente y frío fueron calculados. El grosor de la grasa (cm), área (cm²) y profundidad del musculo *Longissimus thoracis* (LT, uno de los músculos utilizados para evaluar la producción y calidad cárnica) fueron medidos a nivel de la 10^a costilla.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados utilizando el programa de análisis estadístico SAS (9.1. SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA; SAS, 2004). Cada cerdo fue considerado como una unidad experimental, se tomaron 9 repeticiones. Los datos se analizaron utilizando el procedimiento GLM. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, el factor de bloqueo utilizado fue el peso de inicio. La comparación de medias se realizó utilizando la prueba de Tukey. Los efectos fueron aceptados como diferentes cuando $P < 0.05$, y se tuvo una tendencia a ser diferente cuando $P < 0.10$.

Resultados y Discusión

La temperatura promedio dentro del edificio fue 30.4 ± 1.8 °C. Las temperaturas máximas y mínimas fueron 39.50 ± 2.5 y 25.8 ± 1.7 °C, respectivamente. El promedio de humedad relativa fue de $45.3\% \pm 4.8$. Esta información nos indica que los animales estuvieron bajo estrés por calor la mayoría del tiempo.

En los resultados podemos observar (Cuadro 1) que el peso de la canal caliente fluctuó de 95 a 100.25 kg, por otra parte, la canal fría de 93.72 a 99.18 kg, al adicionar una dosis alta de levadura se incrementó el peso de la canal tanto fría y caliente al compararla con una dosis baja ($P < 0.05$), en el rendimiento de canal fría hubo una tendencia a ser diferente ($P < 0.10$). Los valores de grasa dorsal a nivel de la 10^a costilla estuvieron entre 1.80 a 2.16 cm., el área de ojo



de musculo *Longissimus thoracis* fue de 46.95 a 48.75 cm². Únicamente se observaron incrementos numéricos en el peso de la canal al adicionar una dosis alta de levadura al compararla con el tratamiento testigo, lo que no coincide con estudios a los cuales se les adicionó un cultivo de levaduras o levadura viva en dietas para cerdos en crecimiento-finalización (Galaz-Galaz et al., 2018; Dávila-Ramírez et al., 2020), esto posiblemente por el tiempo de administración, cantidad de animales en el estudio y diferentes condiciones sanitarias.

Cuadro 1. Pesos y rendimientos de canales caliente y fría

Tratamientos	T ¹	DB ²	DA ³	EEM ⁴	Valor P ⁵
Peso canal caliente, kg	96.22 ^{ab}	95.00 ^b	100.25 ^a	1.244	0.022
Peso canal fría, kg	95.04 ^{ab}	93.72 ^b	99.18 ^a	1.218	0.016
Rendimiento canal caliente, %	83.36	82.21	83.43	0.432	0.113
Rendimiento canal fría, %	82.33	81.11	82.54	0.444	0.076
Longitud, cm	102.78	102.11	103.72	0.921	0.478
Grasa 10 ^a , cm	1.87	1.80	2.16	0.176	0.339
Área 10 ^a , cm ²	46.95	47.24	48.75	2.226	0.831
Profundidad 10 ^a , cm	6.79	6.38	6.63	0.240	0.489

¹T= Animales control recibiendo sólo la dieta basal, sin suplementación de levadura. ²DB= Animales recibiendo dieta basal y suplementados con 0.075% de levadura concentrada en la ración durante las distintas fases del periodo de engorda. ³DA= Animales recibiendo dieta basal y suplementados con 0.15% de levadura concentrada en la ración durante las distintas fases del periodo de engorda. ⁴EEM = Error estándar de la media. ⁵Probabilidad asociada con los efectos de la adición de la levadura en la dieta de los cerdos. ^{a, b} Letras diferentes en la misma fila, representan diferencias estadísticas.

Conclusión

La adición de levadura viva en dosis alta (0.15%), presenta una mejora en los pesos de la canal (fría y caliente) al compararla con una dosis baja, esto sin afectar en gran medida el resto de las características de la canal. Es importantes seguir realizando estudios en



condiciones similares, utilizando diferentes dosis, tiempos de administración e incrementando el número de animales.

Literatura citada

- Da Fonseca de Oliveira, A.C.; Vanelli, K.; Sotomaior, C.S.; Weber, S.H.; Costa, L.B. 2019. Impacts on performance of growing-finishing pigs under heat stress conditions: A meta-analysis. *Vet. Res. Commun.* 43, 37–43.
- Dávila-Ramírez, J. L., Carvajal-Nolazco, M. R., López-Millanes, M. J., González-Ríos, H., Celaya-Michel, H., Sosa-Castañeda, J., y Barrera-Silva, M. A. 2020. Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation on growth performance, blood metabolites, carcass traits, quality, and sensorial traits of meat from pigs under heat stress. *Animal Feed Science and Technology*, 267, 114573.
- Galaz-Galaz, V.M., Moreno-Salazar, S.F., Dávila-Ramírez, J.L., Sosa-Castañeda, J., Celaya-Michel, H., Morales-Munguía, J.C., Barrales-Heredia, S.M., Barrera-Silva, M.A., 2018. Efectos de la suplementación de levadura viva (*Saccharomyces cerevisiae*) y dietas con diferentes densidades de nutrientes en cerdos en crecimiento y finalización bajo estrés calórico severo. *Interciencia* 48, 574–579.
- Liu, G., Yu, L., Martínez, Y., Ren, W., Ni, H., Abdullah Al-Dhabi, N., Duraipandiyar, V., Yin, Y., 2017. Dietary *Saccharomyces cerevisiae* cell wall extract supplementation alleviates oxidative stress and modulates serum amino acids profiles in weaned piglets. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2017.
- NRC. 2012. Effect of Environment on Nutrient Requirements of Domestic Animals; National Academies Press: Washington, DC, USA, 2012.
- Nyachoti, C.M., Zijlstra, R.T., De Lange, C.F.M., Patience, J.F., 2004. Voluntary feed intake in growing-finishing pigs: a review of the main determining factors and potential approaches for accurate predictions. *Can. J. Anim. Sci.* 84 (4), 549–566. <https://doi.org/10.4141/A04-001>.
- SIAP, S. 2023. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2023/Panorama-Agroalimentario-2023 fecha de consulta 27/julio/2024.



TERNEROS SUPLEMENTADOS CON MINERALES TRAZA INYECTABLES BAJO CONDICIONES DE CLIMA CÁLIDO DURANTE LA RECEPCIÓN: CRECIMIENTO Y VARIABLES FISIOLÓGICAS

CALVES SUPPLEMENTED WITH INJECTABLE TRACE MINERALS UNDER HEAT WEATHER CONDITIONS DURING FEEDING: GROWTH AND PHYSIOLOGICAL VARIABLES

I. Espinoza-Ojeda¹; U. Macias-Cruz¹; M. López-Romero^{1,2}; Y. Sacnicte Valdes-García³; E. Santillán Marín⁴; L. Avendaño-Reyes¹; Héctor Aarón Lee-Rangel⁵; J.A. Roque-Jiménez^{1, *}

¹ Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C. México. ² Escuela de Administración y Negocios, CETYS Universidad, Campus Mexicali, Mexicali, B.C., México. ³ Instituto de Investigación en Ciencias Veterinarias, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C. México. ⁴ Escuela de Ciencias de la Salud, Unidad Universitaria Valle de las Palmas, Universidad Autónoma de Baja California, B.C. México. ⁵ Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación inyectable con una fuente de minerales traza en terneros (150.07 ± 2.60 kg) provenientes de un transporte largo (> 1000 km) durante su fase de recepción en pasturas de *Lolium perenne* bajo condiciones de estrés calórico (EC). Treinta terneros fueron bloqueados por peso y asignados aleatoriamente a uno de dos tratamientos ($n = 15$): control (5 mL de solución salina inyectable) y suplementación con mineral traza inyectable (MTI; 5 mL de solución inyectable con 0.40 g de cloruro de cobre y 0.24 g de selenato de sodio). Los datos registrados fueron mediciones repetidas matutinas (05:00 h) en los días 0, 15 y 30; en peso (kg), temperatura rectal (TR / °C), frecuencia cardíaca (FC; lpm) y oxigenación (SpO₂, %). Los resultados obtenidos mostraron que la suplementación con TMI tuvo un efecto ($P < 0.05$) en el peso final de los terneros. La suplementación con una fuente de MTI mostró promover la capacidad de crecimiento muscular en terneros durante el primer mes post-recepción en praderas en clima cálido.

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of supplementing calves ($W = 150.07 \pm 2.60$ kg) with an injectable trace mineral source during the reception phase on ryegrass pastures under heat stress conditions. Thirty Indubrasil calves were weight-blocked and randomly assigned to one



of two treatments ($n = 15$): control (5 mL of injectable saline) and injectable trace mineral supplementation (ITM; 5 mL of injectable solution containing 0.40 g of copper chloride and 0.24 g of sodium selenate). Data were recorded using repeated morning measurements on days 0, 15, and 30, including weight (kg), rectal temperature (TR, °C), heart rate (HR, bpm), and oxygen saturation (SpO_2 , %). The results showed that ITM supplementation had a significant effect ($P < 0.05$) on the final weight of the calves. In conclusion, supplementation with a source of MTI promoted muscle growth in the first month after calves were transported from a warm climate grazing area.

Introducción

El transporte de animales es un componente esencial de la producción ganadera que presenta preocupaciones económicas y de bienestar animal. Actualmente en el Noroeste de México, esta preocupación se ha incrementado debido a que se reciben aproximadamente 8,9 millones de cabezas al año provenientes del centro y sur de México para ser recibidos en praderas de preengorda previo a la etapa de engorda intensiva (USDA, 2025). Asimismo, una gran parte de estos animales es recibida al inicio de verano, en donde los animales, además del estrés del transporte, sufren consecuencias de estrés por calor (EC). De acuerdo con Deters & Hansen (2022), el estrés del transporte puede contribuir al desarrollo de estrés oxidativo, lo cual repercute en su crecimiento, termorregulación y respuestas fisiológicas al estrés. Por lo tanto, diversos estudios han planteado la necesidad de la utilización de coadyuvantes durante la recepción del ganado posterior a eventos de transporte (Deters & Hansen, 2020). Los minerales traza, como el cobre (Cu) y el selenio (Se), son considerados componentes esenciales de enzimas que ayudan a neutralizar los radicales libres y a reducir el estrés oxidativo, lo que refuerza el sistema fisiológico y la salud general (Silva et al., 2022); lo que permite que los bovinos conviertan el alimento en músculo y tejido de manera más eficiente, lo que resulta en un mayor aumento de peso con el tiempo (Deters & Hansen, 2020). Por otro lado, el Cu inyectable ha mostrado incrementar el aumento de peso en bovinos en pastoreo al mejorar la capacidad antioxidante y fortalecer el sistema inmunitario, especialmente en momentos de estrés como el destete (Mattioli et al., 2020). No obstante, la mayoría de los estudios han utilizado minerales en presentaciones individuales o en conjunto con vitaminas que promuevan su absorción. Por lo que una combinación de minerales podría permitir abordar



simultáneamente múltiples minerales deficientes con beneficios potenciales para la salud general de terneros provenientes de largos transportes al momento de la recepción. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación con una fuente de minerales traza inyectable en terneros Indubrasil provenientes de un largo transporte durante la fase de preengorda en pasturas *Lolium perenne*.

Materiales y Métodos

El presente estudio se llevó a cabo en los meses de abril y mayo de 2025, en las instalaciones de Agropecuaria Cerro Prieto de San Ignacio, en el ejido Jalisco, perteneciente a Mexicali, Baja California (ϕ 32.515007, - λ 115.230743). El clima en esta región es seco, árido, con temperaturas extremas en verano ($\geq 42^{\circ}\text{C}$) e invierno ($\leq 0^{\circ}\text{C}$), así como baja precipitación pluvial (85 mm / año en promedio). Durante la recepción, se seleccionaron 30 terneros provenientes del estado de Nayarit (Transporte > 1500 km). Los terneros fueron bloqueados por peso inicial (150.5 kg – 150.3 kg) y asignados aleatoriamente a uno de dos tratamientos ($n = 15$): control (administración subcutánea de 5 mL de solución salina inyectable) y suplementación con mineral traza inyectable (MTI; administración subcutánea de 5 mL de solución inyectable con 0.40 g de cloruro de cobre y 0.24 g de selenato de sodio). La administración de los fármacos se llevó a cabo en la tabla superior derecha del cuello. Los terneros fueron inmovilizados utilizando una prensa de tijera en donde, previo a la aplicación del fármaco, se recolectaron datos de temperatura rectal (TR / $^{\circ}\text{C}$) con termómetro digital (Deltatrak®, E.U.A.), frecuencia cardíaca (FC; lpm) y oxigenación (SpO_2 , %) con un monitor de signos vitales (KontroLab®, Shenzhen, China). En los días 15 y 30 posteriores a la aplicación de los tratamientos, se registraron nuevamente los mismos datos a las 05:00 horas. Durante toda la fase experimental, los terneros se mantuvieron consumiendo pasto *Lolium perenne* en pradera (22% materia seca; 18% proteína cruda; 53% fibra detergente neutra) de las 05:00 h a las 18:00 h. Siendo puestos en confinamiento el resto del día en un corral general equipado con sombra y bebederos. Los datos climáticos, temperatura ambiental ($^{\circ}\text{C}$) y humedad relativa (%) se solicitaron por correo electrónico al Servicio Meteorológico Nacional de México, específicamente a la Estación Meteorológica 2163 (Ejido Nuevo León, Mexicali, Baja California), ubicada a 15.0 km del sitio de estudio. Esta información fue empleada para calcular el índice de temperatura-humedad (ITH) propuesto por Armstrong (1994) para



determinar si durante la fase experimental los terneros estuvieron sometidos a algún nivel de estrés calórico.

$$THI = (0.81 \times TA) + \left(\frac{HR}{100}\right) \times (TA - 14.4) + 46.4$$

donde:

THI: unidades de temperatura-humedad

TA: temperatura ambiente

HR: humedad relativa

Finalmente, los datos de incremento de peso, TR, FC y SpO₂ se analizaron utilizando un modelo lineal mixto con el programa PROC Mixed del software SAS (9.4). El modelo incluyó el tratamiento (T), el bloque (B) y el día de muestreo (D) como factores principales, junto con la interacción de T × D. Los terneros se incluyeron como un efecto aleatorio. La estructura de varianza-covarianza con el mejor ajuste fue la simetría compuesta (CS), ya que mostró los valores más bajos para los criterios de información BIC, AIC y AICC. Las medias se compararon utilizando la opción LSMEANS/PDIFF, considerando la significancia en $P \leq 0.05$ y una tendencia en $P > 0.06$ y $P \leq 0.10$.

Resultados y Discusión

La Figura 1 muestra las estadísticas descriptivas para las variables climáticas durante el periodo de estudio. Durante el día (08:00–19:59 h), el promedio máximo de la TA y el THI registrado fue de 34.77 °C y 76.53 unidades, mientras que el promedio mínimo fue de 19.84 °C y 64.7 unidades. Durante este horario del día, los valores promedio de TA y THI fueron de 31.9 °C y 73.31 unidades, y la HR varió de 43.84 a 14.38% con un promedio de 21.96%. Durante la noche (20:00–07:59 h), el promedio de THI descendió a 67.38 unidades y el de TA a 23.06 °C. De acuerdo con la clasificación de la intensidad de EC para ganado de engorda propuesta por Brown-Brandl (2018), el punto de partida para el estrés por calor es de 71 unidades de THI. Diversos estudios han observado que el pastoreo bajo condiciones de EC genera una desviación de energía de los procesos de crecimiento hacia la termorregulación y aumenta las respuestas inflamatorias (Brown-Brandl, 2018; Slayi & Jaja, 2025).

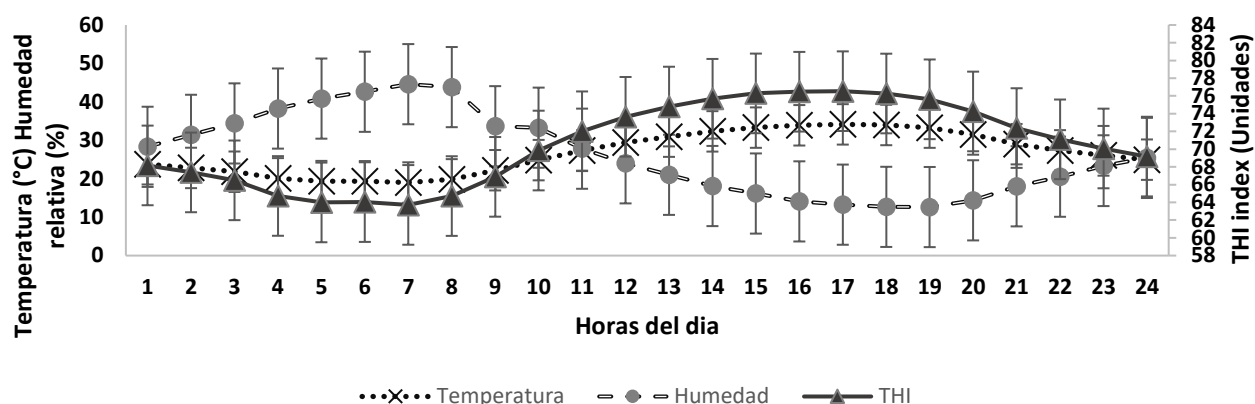


Figura 1. Variación de temperatura, humedad relativa y índice de temperatura-humedad (THI) registrada durante la fase experimental.

A nivel fisiológico diversas variables se incrementan debido a los procesos inflamatorios por el EC (Burhans et al., 2022). Tal es el caso de la TR, la FC, y de manera indirecta la SpO_2 se ve comprometida o reducida (Slayi & Jaja, 2025). En el Cuadro 1 se muestran las variables evaluadas durante la mañana, previo a que los terneros comenzaran el pastoreo. No obstante, no se observó un cambio significativo en estas variables ($P > 0.05$). Estos resultados se pudieran relacionar directamente con los datos climatológicos, los cuales mostraron durante la noche una reducción a las unidades de THI. De acuerdo con Brown-Brandl (2018), estos datos nocturnos no se consideran parámetros de EC, por lo que la afectación oxidativa en los terneros pudo haberse dado durante los horarios de pastoreo en las condiciones de EC.

Cuadro 1. Variables fisiológicas en terneros suplementados con minerales traza inyectables (MTI) bajo condiciones de estrés calórico en la recepción y crecimiento en pradera.

Item	Tratamientos ¹		EEM ²	Valor de P		
	MTI	Control		Tratamiento	Día	Tratamiento × Día
Oxigenación SpO_2 , %	99.02	95.27	2.54	0.34	0.78	0.74
Frecuencia cardiaca, lpm	94.74	96.92	2.21	0.58	0.33	0.46
Temperatura Rectal, °C	38.12	38.20	0.07	0.51	0.42	0.30

¹Tratamientos: control (5 mL agua salina); MTI (5 mL solución con 0.40 g de cloruro de cobre y 0.24 g de selenato de sodio). ²Error estándar de la media.

En cuanto al crecimiento se observó un efecto $T \times D$ ($P < 0.01$) en el incremento en el peso durante el día 30 posterior a la recepción. Este resultado pudo deberse al efecto antioxidante y promotor de crecimiento de los minerales Cu y Se, los cuales promueven la reducción de radicales libres (Brown-Brandl, 2018). Al promover un control de los radicales libres debido a



la suplementación con Cu, Mattioli et al. (2022) describieron que las células musculares se preservan en mejor estado, lo que genera una eficiencia en el crecimiento muscular (Mattioli et al., 2020).

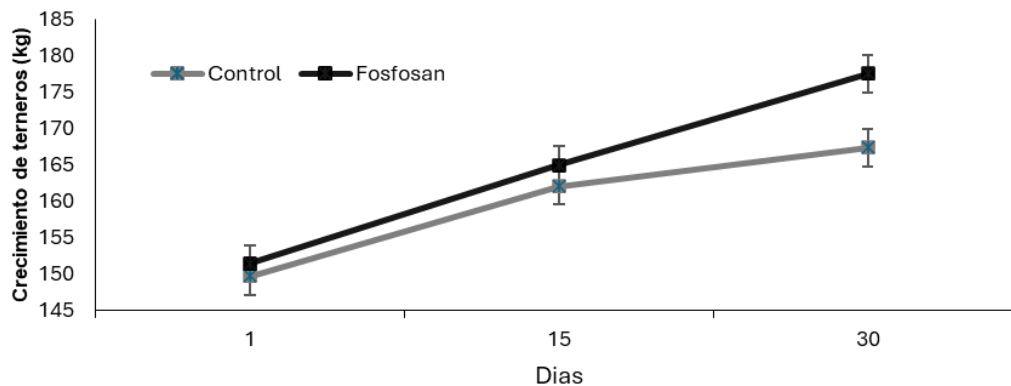


Figura 2. Crecimiento de terneros suplementados con MTI durante la recepción en pradera bajo EC.

Por lo tanto, el presente estudio muestra que la suplementación con MTI durante la recepción de terneros proveniente de periodos prolongados de transporte, incrementa la capacidad de crecimiento en pastoreo bajo condiciones de estrés calórico moderado. Más investigación se requiere para determinar estrategias específicas posteriores al transporte con el uso de MTI durante la recepción.

Literatura Citada

- Brown-Brandl, T. M. (2018). Understanding heat stress in beef cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 47(0). <https://doi.org/10.1590/rbz4720160414>
- Burhans, W. S., Rossiter Burhans, C. A., & Baumgard, L. H. (2022). Invited review: Lethal heat stress: The putative pathophysiology of a deadly disorder in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 105(5), 3716–3735. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21080>
- Deters, E. L., & Hansen, S. L. (2022). Long-distance transit alters liver and skeletal muscle physiology of beef cattle. *Animal*, 16(6), 100555. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100555>
- Mattioli, G. A., Rosa, D. E., Turic, E., Picco, S. J., Raggio, S. J., Minervino, A. H. H., & Fazzio, L. E. (2020). Effects of Parenteral Supplementation with Minerals and Vitamins on Oxidative Stress and Humoral Immune Response of Weaning Calves. *Animals*, 10(8), 1298. <https://doi.org/10.3390/ani10081298>
- Silva, T. H., Guimaraes, I., Menta, P. R., Fernandes, L., Paiva, D., Ribeiro, T. L., Celestino, M. L., Netto, A. S., Ballou, M. A., & Machado, V. S. (2022). Effect of injectable trace mineral supplementation on peripheral polymorphonuclear leukocyte function, antioxidant enzymes, health, and performance in dairy cows in semi-arid conditions. *Journal of Dairy Science*, 105(2), 1649–1660. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20624>
- Slayi, M., & Jaja, I. F. (2025). Strategies for mitigating heat stress and their effects on behavior, physiological indicators, and growth performance in communally managed feedlot cattle. *Frontiers in Veterinary Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1513368>
- USDA. (2025). Mexico: Livestock and Products Annual.



BAGAZO DE CEBADA PROCESADO COMO SUSTITUTO DE HARINA DE PESCADO EN DIETAS PARA CAMARÓN BLANCO DEL PACÍFICO (*Litopenaeus vannamei*) CULTIVADO EN BIOFLOC

BARLEY BAGASSE PROCESSED AS A SUBSTITUTE FOR FISH MEAL IN DIETS FOR PACIFIC WHITE SHRIMP (LITOPENAEUS VANNAMEI) CULTURED IN BIOFLOC SYSTEMS

*G.A. Guevara Pérez; M.A. Cabanillas Gámez; G.E. Medina Basulto; S. Oshima

Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias, Universidad Autónoma de Baja California. km 3.5 Carretera San Felipe, Fraccionamiento Campestre, Mexicali, B.C., México.

Resumen

Este estudio evaluó el efecto del reemplazo parcial de la harina de pescado por bagazo de cebada procesado en dietas para *Litopenaeus vannamei* cultivado en sistemas biofloc. Se formularon cuatro dietas experimentales isoproteicas e isolipídicas (control, 7.5, 15 y 22.5 % de inclusión de bagazo). En un bioensayo de 49 días se registraron parámetros productivos, calidad de la carne y composición química de los organismos. Los resultados indicaron que el reemplazo de la harina de pescado no afectó significativamente el crecimiento, la supervivencia, la calidad de la carne ni la composición proximal. Se concluye que el bagazo de cebada procesado puede considerarse un sustituto viable y sostenible de la harina de pescado en sistemas biofloc, contribuyendo a la eficiencia productiva y al aprovechamiento de subproductos agroindustriales.

Abstract

This study evaluated the effect of partially replacing fishmeal with processed barley bagasse in diets for *Litopenaeus vannamei* reared in biofloc systems. Four isoproteic and isolipidic experimental diets were formulated (control, 7.5, 15, and 22.5% inclusion of bagasse). A 49-day bioassay was conducted to record productive performance, meat quality, and chemical composition of the organisms. Results indicated that fishmeal replacement did not significantly



affect growth, survival, meat quality, or proximate composition. It is concluded that processed barley bagasse can be considered a viable and sustainable substitute for fishmeal in biofloc systems, contributing to production efficiency and the valorization of agro-industrial byproducts.

Introducción

La acuicultura del camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) representa una de las principales actividades productivas en México y a nivel mundial. Sin embargo, enfrenta retos asociados al costo y disponibilidad de harina de pescado (HP), insumo que proviene de recursos pesqueros cada vez más limitados (FAO, 2024). En este contexto, el uso de ingredientes alternativos de origen vegetal y subproductos agroindustriales ha despertado gran interés como estrategia para mejorar la sostenibilidad (Bauer *et al.*, 2012).

El bagazo de cebada, subproducto de la industria cervecera, contiene fibra, proteína y compuestos bioactivos, y ha sido señalado como un insumo con potencial de aprovechamiento en dietas acuícolas (Mussatto, 2014). Procesos como la fermentación o el tratamiento mecánico permiten concentrar proteína y reducir fibra, mejorando su digestibilidad (He *et al.*, 2019). En sistemas biofloc, el uso de ingredientes vegetales puede complementarse con la provisión natural de nutrientes y microorganismos benéficos, favoreciendo el desempeño del camarón (Crab *et al.*, 2012; Emerenciano *et al.*, 2013).

El objetivo de este estudio fue evaluar el bagazo de cebada procesado como sustituto parcial de la harina de pescado en dietas para *L. vannamei* cultivado en biofloc, considerando crecimiento, supervivencia, calidad de carne y composición proximal.

Materiales y métodos

Organismos y condiciones de cultivo. Se utilizaron postlarvas de *L. vannamei* (PL15) provenientes de un laboratorio comercial y se mantuvieron en tanques de 1000 L con aireación



y agua de mar filtrada. Al alcanzar un peso promedio de 0.5 g, los organismos fueron distribuidos en tanques de 110 L, con 30 camarones por tanque y tres réplicas por tratamiento.

Biofloc. Se indujo el desarrollo del biofloc ajustando la relación C:N a 15:1 con melaza y cloruro de amonio, siguiendo el método de Avnimelech (1999). La temperatura se mantuvo en 30 ± 1 °C, con aireación constante y alcalinidad de $150 \text{ mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$.

Procesamiento del bagazo y elaboración de dietas. El bagazo de cebada fue procesado mecánicamente para reducir fibra y concentrar proteína, siguiendo adaptaciones de He et al. (2019). Se formularon cuatro dietas isoproteicas (~37 % proteína) e isolipídicas (~6 % lípidos): control (0 % bagazo), T1 (7.5 %), T2 (15 %) y T3 (22.5 %) (Cuadro 1).

Bioensayo. El bioensayo tuvo duración de 49 días, con tres raciones diarias. Se monitorearon temperatura, oxígeno disuelto, pH y salinidad dos veces al día (Ray y Lotz, 2017). Los compuestos nitrogenados y sólidos sedimentables se determinaron semanalmente (Avnimelech y Kochba, 2009).

Parámetros productivos y calidad de carne. Se evaluó peso final, ganancia en peso, tasa de crecimiento específico, factor de conversión alimenticia (FCA), eficiencia proteica y supervivencia (Cai et al., 2022). La calidad de la carne se determinó a través de pH, capacidad de retención de agua y rendimiento abdominal (Zeng et al., 2005).

Análisis químico. Se midió proteína cruda, lípidos, cenizas y humedad según AOAC (2000). La energía se estimó a partir de factores de conversión de NRC (2011).

Análisis estadístico. Los datos fueron analizados mediante ANOVA de una vía, previa verificación de normalidad y homogeneidad. Se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.



Resultados y discusión

El procesamiento del bagazo de cebada elevó su contenido proteico y redujo la fibra, como se ha descrito en estudios previos (He et al., 2019). Las dietas experimentales no mostraron diferencias en composición proximal, garantizando la validez de la comparación entre tratamientos (Cuadro 1).

En términos de crecimiento y conversión alimenticia, los camarones alimentados con bagazo procesado presentaron un desempeño similar al control (Cuadro 2), lo que indica que este ingrediente puede sustituir a la harina de pescado sin comprometer la eficiencia productiva. Resultados comparables se han reportado en otros estudios que emplean fuentes vegetales bajo sistemas biofloc (Crab et al., 2012; Soares de Moura et al., 2021). La supervivencia fue significativamente mayor en el tratamiento con 22.5 % de inclusión, lo que podría relacionarse con la sinergia entre la dieta vegetal y el biofloc como fuente de nutrientes y microorganismos benéficos (Emerenciano et al., 2013).

Respecto a la calidad de la carne, no se detectaron diferencias en pH, capacidad de retención de agua ni rendimiento (Cuadro 3), confirmando que el reemplazo de harina de pescado no afecta los atributos de aceptación comercial. Estos resultados son consistentes con lo señalado en investigaciones previas con dietas alternativas para camarón (Zeng et al., 2005; Cai et al., 2022). La composición proximal del músculo se mantuvo estable entre tratamientos (Cuadro 4), lo que refuerza la idea de que el biofloc puede compensar variaciones en la dieta y asegurar la calidad nutricional del camarón (Xu y Pan, 2012).

En conjunto, los resultados confirman que el bagazo de cebada procesado es un insumo con potencial para sustituir parcialmente la harina de pescado en dietas para *L. vannamei*, aportando ventajas en sostenibilidad y reducción de costos de producción.



Se concluye que el bagazo de cebada procesado puede emplearse como sustituto parcial de la harina de pescado en dietas para *L. vannamei* cultivado en biofloc sin afectar crecimiento, supervivencia, composición proximal ni calidad de la carne. Su uso contribuye a una acuicultura más sostenible, con menor dependencia de insumos de origen animal.

Cuadro 1. Composición química de las dietas experimentales.

TRATAMIENTO	PROTEÍNA (%)	LÍPIDOS (%)	CENIZAS (%)	ENERGÍA (KJ/100G)
CONTROL	36.61	6.30	7.26	1853.3
T1 (7.5%)	37.57	6.07	6.33	1878.2
T2 (15%)	38.71	6.28	5.58	1897.1
T3 (22.5%)	34.66	6.38	4.95	1890.8

Cuadro 2. Parámetros productivos de *L. vannamei* en biofloc.

TRATAMIENTO	PESO FINAL (G)	GANANCIA DE PESO (G)	TCE (%/DÍA)	FCA	SUPERVIVENCIA (%)
CONTROL	3.83	3.25	3.85	0.96	68.18
T1 (7.5%)	3.08	2.50	3.42	0.83	63.63
T2 (15%)	3.43	2.85	3.63	0.90	57.57
T3 (22.5%)	3.10	2.52	3.43	0.85	95.45

Cuadro 3. Parámetros de calidad de carne del camarón.

TRATAMIENTO	PH	CRA (%)	RENDIMIENTO (%)
CONTROL	6.70	88.3	60.9
T1 (7.5%)	6.78	84.4	58.8
T2 (15%)	6.75	86.7	59.0
T3 (22.5%)	6.83	86.7	57.8

Cuadro 4. Composición proximal del camarón (% base seca).

TRATAMIENTO	PROTEÍNA	LÍPIDOS	HUMEDAD	CENIZAS
CONTROL	72.60	3.87	6.67	10.56
T1 (7.5%)	73.33	3.74	6.72	11.53
T2 (15%)	66.96	4.12	6.81	10.66
TOTT3 (22.5%)	71.93	3.56	6.35	11.60



Literatura citada

- AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists.
- Avnimelech, Y. (1999). Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture*, 176, 227–235.
- Avnimelech, Y., & Kochba, M. (2009). Evaluation of nitrogen uptake and excretion by tilapia in biofloc tanks. *Aquaculture*, 287, 163–168.
- Bauer, W., Prentice-Hernández, C., Tesser, M. B., Wasielesky, W., & Poersch, L. H. S. (2012). Substitution of fishmeal with plant protein sources in diets for juvenile *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Research*, 43, 1537–1546.
- Cai, Y., H. Huang, W. Yao, H. Yang, M. Xue, X. Li y X. Leng. (2022). Replacement of fishmeal in shrimp diets: effects on growth and feed utilization. *Aquaculture Nutrition*, 28, 123–135.
- Crab, R., T. Defoirdt, P. Bossier and W. Verstraete. (2012). Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. *Aquaculture*, 356–357, 351–356.
- Emerenciano, M., Gaxiola, G., Cuzo, G. (2013). Biofloc Technology (BFT): A Review for Aquaculture Application and Animal Food Industry. InTech. doi: 10.5772/53902
- FAO. (2024). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2024*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- He, Y., D. D. Kuhn, J. A. Ogejo, S. F. O’Keefe, C. Fernández, B. D. Wiersema, Q. Jin, D. Yu and H. Huang, 2019. Wet fractionation process to produce high protein and high fiber products from brewer’s spent grain. *Food and Bioproducts Processing*, 117: 266–274.



DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DE DIETAS PARA LA FINALIZACIÓN DE BOVINOS ADICIONADAS CON HARINA DE *Tenebrio molitor* L.

DETERMINATION OF THE NUTRITIVE VALUE OF DIETS FOR FINISHING CATTLE SUPPLEMENTED WITH *Tenebrio molitor* L. FLOUR

G.A. Ramírez Calles*, H. Bernal Barragán, N.C. Vásquez Aguilar, J.E. Segura Carmona

Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León

Resumen

La evaluación de fuentes alternativas de proteína y energía para ganado requiere conocer el efecto que su inclusión en la fermentación ruminal. En este estudio se evaluó el efecto de incluir 5 o 10% de harina de tenebrio (30.4% de proteína cruda y 34.9% de grasa cruda) sobre la composición química y el contenido de energía metabolizable de dietas para finalización de ganado bovino en corral. El contenido de proteína y grasa cruda fue mayor ($P<0.001$) para la dieta con 10% de tenebrio, mientras que la dieta testigo tuvo los valores más bajos. El contenido de energía metabolizable (Mcal EM/kg MS) en las dietas con 5% de tenebrio fue mayor ($P<0.05$) al de la dieta testigo, mientras que la dieta con 10% de harina de tenebrio tuvo valores intermedios. En conclusión, este ingrediente alternativo tiene potencial para incorporar proteína y energía a las dietas; sin embargo, es importante considerar el riesgo que su alto contenido de grasa puede tener para la fermentación ruminal, cuando es adicionado en cantidades mayores a 5% de la dieta.

Palabras clave: Tenebrio, dietas bovinos, finalización engorda, energía, digestibilidad.

Abstract

The evaluation of alternative protein and energy sources for cattle requires understanding the effect of their inclusion on ruminal fermentation. This study evaluated the effect of including 5%



or 10% Tenebrio meal (30.4% crude protein and 34.9% crude fat) on the chemical composition and metabolizable energy content of feedlot cattle finishing diets. Protein and crude fat contents were highest ($P<0.001$) in the 10% tenebrio diet, while the control diet had the lowest values. The metabolizable energy content (Mcal ME/kg DM) in diets with 5% tenebrio was higher ($P<0.05$) than in the control diet, while the 10% tenebrio meal diet had intermediate values. In conclusion, this tenebrio meal has the potential to incorporate protein and energy into diets; however, it is important to consider the risk that its high fat content may pose to ruminal fermentation when added in amounts greater than 5% of the diet.

Keywords: Tenebrio, cattle diets, feedlot finishing, energy, digestibility.

Introducción

Estudios recientes (Moruzzo *et al.*, 2021) han contemplado la posibilidad de utilizar harinas elaboradas a partir de insectos como ingredientes de alimento para animales. Una de las especies de insectos es el gusano de la harina (mealworm) de tenebrio (*Tenebrio molitor* L.) cuya producción es posible en cajas de plástico, utilizando diferentes fuentes de alimento para su desarrollo. La posibilidad de recomendar la inclusión de harina de tenebrio a las dietas de rumiantes requiere una evaluación previa a nivel de laboratorio, con el fin de conocer su composición química y los efectos que su inclusión pudiera tener sobre parámetros de fermentación ruminal. En el presente estudio se evaluó la composición química y los parámetros de fermentación ruminal *in vitro* de dietas para finalización de bovinos de engorda adicionadas con 0, 5 y 10% de harina de tenebrio.

Materiales y métodos

El presente trabajo se llevó en el Laboratorio de Nutrición y Calidad de Alimentos, en la Facultad de Agronomía, UANL en México. Se instaló una cría piloto de larvas de tenebrio,



utilizando salvado de trigo y hojas de lechuga como alimentos para su desarrollo. Larvas de 2 a 3 cm de longitud se colocaron en un congelador (-20°C) durante un día, posteriormente colocadas en una estufa a 60°C hasta alcanzar secado a peso constante, y molidas durante 20 segundos, utilizando un molino eléctrico para grano de café (Cuisinart, EUA).

Se formularon 3 dietas para la finalización de bovinos de engorda de corral a base de maíz molido, harina de soya, heno de sorgo, heno de pasto de buena calidad, aceite vegetal y minerales, a las cuales se le adicionaron 0, 5 o 10% de harina de tenebrio, realizando ajustes en las cantidades de harina de soya para lograr que las 3 dietas fueran isoproteicas. Se elaboraron 3 muestras de 100 g de cada una de las dietas experimentales para analizar el contenido de materia seca, proteína, grasa de acuerdo con la metodología de AOAC (2005). Las fracciones de fibra, FDN, FDA, y lignina se analizaron utilizando la metodología de Van Soest *et al.* (1991). Por diferencia se calcularon los contenidos de hemicelulosa (FDN-FDA) y de celulosa (FDA-lignina).

Las variables de fermentación microbiana fueron determinadas utilizando la técnica *in vitro* (Menke y Steingass, 1988). La producción de gas de muestras de dietas incubadas en inóculo de líquido ruminal y saliva artificial en jeringas de vidrio de 100 mL, para calcular su digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica y el contenido de energía metabolizable. Los resultados se analizaron en un ANOVA para un modelo completamente al azar con 3 tratamientos. La composición química se realizó por duplicado. Las dietas se incubaron en 4 días, con un total de n=8 repeticiones por muestra. Se utilizó el paquete SPSS versión 26.

Resultados

La harina de tenebrio utilizada para la elaboración de las dietas experimentales fue analizada y registró un contenido de 30.4% de proteína cruda y 34.9% de grasa cruda. Respecto a las



dietas experimentales formuladas con la inclusión de diferentes cantidades de harina de tenebrio y analizadas, el contenido de proteína y grasa cruda fue mayor ($P < 0.001$) para la dieta con 10% de tenebrio, mientras que la dieta testigo tuvo los valores más bajos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición química y parámetros de producción de gas, digestibilidad *in vitro* y contenido de energía metabolizable para dietas de finalización de ganado bovino en corral con 0, 5 y 10% de adición de harina de tenebrio

Variables	Testigos	5%	10%	SEM	P
Materia Seca (%)	89.81 c	90.27 b	90.70 a	0.055	0.001
Proteína (% MS)	10.03 c	10.85 b	11.06 a	0.056	0.001
Grasa (% MS)	1.86 c	5.19 b	6.33 a	0.121	0.001
FDN (% MS)	18.38 c	19.70 a	18.95 b	0.155	0.001
FDA (% MS)	7.06 c	7.84 a	7.47 b	0.113	0.001
Lignina (% MS)	0.38 b	0.61 a	0.59 a	0.017	0.001
Hemicelulosa (% MS)	11.32 b	11.86 a	11.48 b	0.089	0.001
Celulosa (% MS)	6.68 b	7.23 a	6.88 b	0.101	0.001
Producción de gas 24h (mL)	53.45 a	52.36 ab	48.90 b	1.118	0.016
Energía Metab (Mcal EM/kg MS)	2.471 b	2.633 a	2.561 ab	0.041	0.028
DIVMO (%)	69.81 a	68.84 ab	66.08 b	0.982	0.026

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

La dieta con 5% de tenebrio tuvo los valores más altos ($P < 0.001$) de las fracciones de fibra, FDN, FDA y lignina, así como de hemicelulosa y celulosa. Los valores más bajos ($P < 0.001$) de FDN y FDA fueron registrados para la dieta testigo (Cuadro 1), mientras que la dieta con 10% de tenebrio tuvo valores intermedios. En el caso de lignina, la dieta testigo tuvo un valor menor ($P < 0.001$) al registrado en las dietas formuladas con 5 y 10% de harina de tenebrio. Las dietas testigo y con 10% de tenebrio tuvieron valores similares ($P > 0.05$) de hemicelulosa y celulosa, los cuales fueron a su vez menores ($P < 0.001$) que los registrados para la dieta con 5% de tenebrio (Cuadro 1). La producción de gas fue mayor ($P < 0.05$) en las muestras de la dieta



testigo, que en la dieta con 10% de harina de tenebrio, mientras que las muestras con 5% de harina de tenebrio tuvo valores intermedios (Cuadro 1). El contenido de energía metabolizable (Mcal EM/kg MS) en las dietas con 5% de tenebrio fue mayor ($P<0.05$) al de la dieta testigo, mientras que la dieta con 10% de harina de tenebrio tuvo valores intermedios (Cuadro 1). La digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica fue mayor ($P<0.05$) en la dieta testigo que en la dieta con 10% de tenebrio, y la dieta con 5% de tenebrio tuvo valores intermedios.

Discusión

En el presente estudio se evaluó el efecto de incluir 5 a 10% de harina de larva de tenebrio sobre la composición química y aspectos de fermentación ruminal de dietas para finalización de bovinos de engorda. La harina de tenebrio analizada tuvo un contenido de 30.4% de proteína cruda y 34.9% de grasa. La composición química de la harina de larva de tenebrio es muy variable por motivos del grado de desarrollo de la larva, de la especie, de las condiciones de alimentación durante su crianza, y de procesos a los que haya sido sometidas las larvas después de haber sido cosechadas (Khanal *et al.*, 2023; Konstantina *et al.*, 2024).

Al incluir 5 y 10% de harina de tenebrio, las dietas de finalización de bovinos de engorda incrementaron su contenido de grasa desde 5.19 hasta 6.33%. Contenidos de grasa mayores a 4% pueden afectar a la fermentación microbiana en el rumen (Albarki *et al.*, 2024). En el presente estudio, la producción de gas a 24 horas, de la dieta con 10% de harina de tenebrio, se redujo en 8.5% respecto a la dieta testigo. El mejor contenido de energía metabolizable fue registrado en la dieta con 5% de harina de tenebrio. En conclusión, la harina de tenebrio tiene potencial para incorporar proteína y energía a las dietas de finalización de bovinos cuando es adicionado en cantidades no superiores a 5% de la dieta.



Literatura citada

- Albarki. H. R., R. I. Kusuma, M. S. Daulai, C. Suntara, C. B. Iwai. A. Jayanegara, A. Cherdthong. (2024). Effects of rumen-protected fat on rumen fermentation products, meat, characteristics, cattle performance, and milk quality: A meta-analysis.. Anim. Feed Sci. Technol. 318, 116137.
- Khanal P., D. Pandey, G. Næss, A. R. J. Cabrita, A. J. M. Fonseca, M. R. G. Maia, B. Timilsina, T. Veldkamp, R. Sapkota. H. Overrein. (2023). Yellow mealworms (*Tenebrio molitor*) as an alternative animal feed source: A comprehensive characterization of nutritional values and the larval gut microbiome. Journal of Cleaner Production 389, 136104. 15 pp.
- Konstantina P., A. Koupa, E. Kritikou, M. Konstakis, S. Dervisoglou, A. Roussos, D. Perdakis, N. S. Thomaidis, E. Oz, F. OZ, C. Proestos, H. Wu. (2024). Study of the effect of feeding *Tenebrio molitor* larvae during their rearing on their growth, nutritional profile, value and safety of the produced flour. Food Chemistry 24, 101838: 9 pp.
- Menke, K.-H and Steingass H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. Anim. Res. and Develop., 28, 7-55.
- Moruzzo R., F. Riccioli, S. Espinosa Diaz, C. Secci, G. Poli, S. Mancini. Mealworm (*Tenebrio molitor*). (2021). Potential and challenges to promote circular economy. Animals 11, 2568: 16 pp.
- Van Soest, P. J., Robertson J. B. & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74:3583-3597



**EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE RESIDUO DE CAFÉ SOBRE LA COMPOSICIÓN
QUÍMICA Y DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE DIETAS PARA RUMIANTES**
**EFFECT OF COFFEE WASTE INCLUSION ON THE CHEMICAL COMPOSITION AND
in vitro DIGESTIBILITY OF DIETS FOR RUMINANTS**

J.G. Zavala Ortiz*, N.C. Vásquez Aguilar, H. Bernal Barragán, J.E. Segura Carmona

Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León

Resumen

Con el objetivo de evaluar el efecto de niveles crecientes (0,10, 15 y 20%) de inclusión de residuo de café (RC) sobre la composición química y digestibilidad *in vitro* de dietas para rumiantes en mantenimiento. Se formularon 4 dietas experimentales, se registró la producción de gas *in vitro* durante 24 h y se determinó la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica. La inclusión de residuos de café incrementó el contenido de grasa (1.97% a 3.31%) y redujo las cenizas (de 11.6% a 8.3%). Las fracciones de fibra y proteína no mostraron cambios significativos. La producción de gas a las 24 h y la DIVMO se redujeron significativamente solo con el 20% de inclusión (9 – 11% frente al control). La inclusión de hasta 15% de residuo de café incrementa el contenido de grasa de la dieta sin afectar negativamente su fermentabilidad *in vitro*. Una inclusión de 20% compromete la digestibilidad.

Abstract

With the aim to evaluate the effect of increasing levels (0,10,15 y 20%) of coffee residue (CR) inclusion, on the chemical composition and *in vitro* digestibility of backgrounding diets for ruminants, four diets were formulated. The chemical composition was analyzed. *In vitro* ruminal fermentation was evaluated using gas production technique over 24 hours, obtaining parameters such as gas production and organic matter digestibility. CR inclusion linearly



increased fat content (from 1.97% to 3.31%) and reduced ash content (from 11.6% to 8.3%). Fiber and protein were not affected. Gas production at 24 h and IVOMD were significantly reduced only at the 20% inclusion level (9-11% compared to the control). Inclusion of up to 15% coffee residue improves the crude fat content without adversely affecting *in vitro* fermentability. A 20% inclusion compromises digestibility.

Introducción

En la búsqueda de ingredientes alternativos y sostenibles para la nutrición animal, impulsada por la necesidad de reducir costos y el impacto ambiental de la producción ganadera, los subproductos representan una valiosa oportunidad. En el mundo se producen anualmente seis millones de toneladas de residuo de café (RC) (Seo *et al.*, 2015), considerado como un desecho con implicaciones ambientales, pero su perfil nutricional representa un potencial considerable. El residuo de café se distingue por su alto contenido de grasa cruda, que podría mejorar la densidad energética de raciones en rumiantes (Medjadbi *et al.*, 2024). Sin embargo, su contenido de compuestos bioactivos, como polifenoles y cafeína, debe considerarse al momento de la formulación de una dieta, dado que sus compuestos antioxidantes, también podrían suprimir la actividad microbiana, comprometiendo la digestibilidad de la dieta (Batbekh *et al.*, 2023). Reportes en literatura demuestran que el efecto de los residuos de café depende de su nivel de inclusión en la dieta. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la inclusión creciente (0, 10, 15 y 20% de la MS) de residuos de café sobre la fermentación ruminal. Se midió la composición química y producción de gas *in vitro*, se determinó el contenido de energía metabolizable y la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica, con el



propósito de establecer el nivel de inclusión óptimo para maximizar el beneficio energético sin perjudicar el proceso de fermentación.

Materiales y métodos

El residuo de café se obtuvo de una empresa local en Nuevo León. Se secó a temperatura controlada (60°C). Se formularon y elaboraron cuatro dietas experimentales mostradas en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Dietas experimentales (%) evaluadas con niveles crecientes (0,10,15 y 20%) de residuos de café.

Ingrediente	T00	T10	T15	T20
Heno de sorgo forrajero en floración	25.00	32.00	35.00	32.00
Heno de pasto (<i>Panicum</i> sp.) en floración	64.10	47.15	37.10	32.00
Maíz molido	10.00	10.00	12.00	15.00
Residuos de café	0.00	10.00	15.00	20.00
Sal	0.350	0.300	0.300	0.350
Carbonato de calcio	0.200	0.200	0.250	0.300
Sal mineralizada para rumiantes	0.350	0.350	0.350	0.350
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

Se analizó el contenido de materia seca, proteína cruda, grasa cruda y cenizas, de acuerdo con la metodología AOAC (2005). Las fracciones de fibra detergente neutro (FDN) y ácido (FDA) se analizaron según Van Soest *et al.*, (1991). La fermentación ruminal se evaluó utilizando la técnica de producción de gas *in vitro* descrita por Menke & Steingass (1988). El líquido ruminal fue obtenido de dos borregos fistulados con alimentación controlada, y se mezcló con una solución buffer en relación (1:2), bajo continua saturación de CO₂. Las lecturas de volumen de gas producido se registraron a las 0,3,6,9 y 12 horas. La energía metabolizable y la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica se calcularon empleando las ecuaciones propuestas por Menke & Steingass (1988). Los resultados se analizaron mediante un ANOVA,



el modelo incluyó el efecto del nivel de inclusión de RC. Cuando se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) se realizó una comparación de medias por el método Tukey.

Resultados y discusión

La incorporación de residuos de café alteró significativamente varios componentes de la dieta. El contenido de materia seca aumentó de manera significativa ($P = 0.017$) en los tratamientos con residuos de café, lo que sugiere una menor higroscopicidad del subproducto (Cuadro 2).

Cuadro 2. Caracterización química (%MS) de las dietas evaluadas.

Variables	T00	T10	T15	T20	SEM	P
Materia Seca	92.82 b	93.67 a	93.49 ab	93.73 a	0.12	0.017
Proteína	8.2	8.13	8.13	9.04	0.24	0.113
Cenizas	11.6 a	10.67 a	9.43 b	8.3 c	0.16	0.001
Grasa	1.97 b	2.56 b	3.27 a	3.31 a	0.11	0.004
NDF	53.67	54.59	52.95	53.83	0.81	0.612
ADF	28.52	29.47	29.08	29.18	0.45	0.578
Lignina	3.51	5.22	6.17	5.61	0.46	0.056
Hemicelulosa	25.14	25.12	23.87	24.65	0.76	0.644
Celulosa	25.01 a	24.24 ab	22.92 b	23.57 ab	0.29	0.029

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas

La reducción en el contenido de cenizas (de 11.6% a 8.3%, $P = 0.001$), fue debida al bajo contenido de cenizas (1.8%, MS) determinada en el presente estudio en el RC. El contenido de grasa aumentó (1.97% a 3.31; $P = 0.004$) con la inclusión de residuos de café, lo que constituye uno de los principales hallazgos (Cuadro 2). Este aumento está alineado con el perfil conocido de residuos de café y representa una valiosa oportunidad de incrementar la densidad energética de la dieta, ya que la grasa contiene 2.25 veces más energía que los carbohidratos (Batbekh *et al.*, 2023).

No se observaron diferencias significativas en los contenidos de fibra (NDF, ADF, Hemicelulosa) ni en proteína entre los tratamientos ($P > 0.05$). Se observó una tendencia a aumentar la lignina ($P = 0.056$) y una reducción significativa en el contenido de celulosa



($P=0.029$; Cuadro 2). Lo que podría sugerir que el residuo de café aporta una fibra de calidad diferente, posiblemente más lignificada y, por tanto, menos digestible, lo que podría explicar los efectos observados en la fermentación (Medjadbi *et al.*, 2024).

Los parámetros de fermentación confirman el efecto del residuo de café, ya que la producción de gas *in vitro* no se vio afectada con inclusiones del 10% y 15%, e incluso mostró un valor mayor a las 24 h con 10% de inclusión. Sin embargo, la inclusión del 20% de residuos de café provocó una reducción significativa (28.06 ml vs 32.28 ml; $P=0.029$) en la producción de gas (Cuadro 3). Este resultado es importante, dado que es un indicador directo de la actividad fermentativa de los microorganismos ruminales. La reducción sugiere que a un nivel del 20%, los compuestos bioactivos de residuo de café (cafeína y taninos) comienzan a ejercer un efecto inhibitorio significativo sobre la microbiota (Medjadbi *et al.*, 2024).

Cuadro 3. Producción de gas, contenido de energía metabolizable y digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) en dietas evaluadas.

Variables	T00	T10	T15	T20	SEM	P
Prod. Gas 24h	31.51 ab	32.28 a	31.29 ab	28.06 b	1.10	0.029
EM (Mcal /Kg MS)	1.66	1.69	1.69	1.59	0.03	0.152
DIVMO	54.11 a	54.16 a	52.58 ab	49.28 b	0.97	0.002

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas

Este efecto refleja directamente en la digestibilidad de la materia orgánica. La inclusión de 10% y 15% no afectó la digestibilidad ($P>0.05$) en comparación con el control, pero al incluir 20% de residuo de café causó una caída significativa (de 54.11% a 49.28%; $P=0.002$) de DIVMO. Esto indica que una quinta parte de la dieta compuesta por RC compromete la capacidad de los microorganismos para descomponer y aprovechar los nutrientes. La energía metabolizable fue similar ($P=0.152$) entre tratamientos.

La digestibilidad IVMDO fue menor ($P=0.002$) en el tratamiento con 20% de RC (Cuadro 3), posiblemente debido a una potencial reducción en la fermentación (Seo *et al.*, 2015). En



conclusión, la inclusión de RC en dietas para rumiantes mostró un efecto dependiente del nivel de incorporación. En inclusiones moderadas (10–15% de la MS), mejoró el perfil energético de la dieta gracias a su mayor aporte de grasa, sin comprometer significativamente la fermentación ni la digestibilidad. Sin embargo, al incluir 20% en la MS, se redujo la producción de gas y la DIVMO, evidenciando un efecto inhibitorio de sus compuestos bioactivos. En conjunto, los resultados sugieren que su utilización es viable como ingrediente alternativo, siempre que se limite a proporciones moderadas, maximizando así los beneficios energéticos sin afectar negativamente la fermentación ruminal.

Literatura citada

- AOAC. (2005). Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, V.A.
- Batbekh, B., Ahmed, E., Hanada, M., Fukuma, N., & Nishida, T. (2023). Assessment of the impact of coffee waste as an alternative feed supplementation on rumen fermentation and methane emissions in an *in vitro* study. *Fermentation*, 9(9), 858.
- Menke, K.-H. and Steingass H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*, 28, 7-55.
- Medjadbi, M., Garcia-Rodriguez, A., Atxaerandio, R., Charef, S. E., Picault, C., Ibarruri, J., Iñarra, B., San Martin, D., Serrano-Pérez, B., Martin-Alonso, M. J., & Goiri, I. (2024). Dose-dependent effect of spent coffee grounds on intake, apparent digestibility, fermentation pattern, methane emissions, microbial protein supply, and antioxidant status in Latxa sheep. *Journal of Animal Science*, 102, skae351.
- Seo, J., Jung, J. K., & Seo, S. (2015). Evaluation of nutritional and economic feed values of spent coffee grounds and *Artemisia princeps* residues as a ruminant feed using *in vitro* ruminal fermentation. *PeerJ*, *9*, e1343. <https://doi.org/10.7717/peerj.1343>
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583–3597



CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE LA HARINA DE *Gryllus assimilis* (FABRICIUS, 1775) PARA SU UTILIZACIÓN EN DIETAS DE POLLOS DE ENGORDE

NUTRITIONAL CHARACTERIZATION OF *Gryllus assimilis* (FABRICIUS, 1775) FLOUR FOR USE IN BROILER CHICKEN DIETS

J. Sosa-Castañeda^{1*}, M. A. Barrera-Silva¹, H. Celaya-Michel¹, C. Ibarra-Zazueta¹, R. F. Osuna-Chávez¹, S. M. Barrales Heredia¹, E. Sánchez-Villalba¹, P. Y. Heredia Castro², A. Santos Espinosa², A. Epigmenio Chavez².

¹Universidad de Sonora (Departamento de Agricultura y Ganadería). ²Universidad Estatal de Sonora.

Resumen

Las fuentes de nutrientes de buena calidad son costosas en las dietas para pollos de engorde. En este contexto, *Gryllus assimilis* es una plaga que afecta los cultivos de Sonora, y su valor nutritivo no ha sido estudiado. El objetivo fue determinar el valor nutritivo de *Gryllus assimilis* como fuente de nutrientes para dietas de pollos de engorde. El análisis proximal se realizó por los métodos de la AOAC, y los minerales se determinaron por absorción atómica de llama y un método colorimétrico. Se utilizó *Tenebrio molitor* como testigo. Los resultados mostraron que *Gryllus assimilis* no presentó diferencia en la cantidad de proteína cruda ($P>0.05$), sin embargo, el contenido de grasa fue menor ($P<0.05$), y los contenidos de fibra cruda y minerales fueron mayores ($P<0.05$) con respecto al *Tenebrio molitor*. Por lo anterior, *Gryllus assimilis* representa una opción nutritiva y de bajo costo para las dietas de pollos de engorde.

Palabras clave: Grillo de campo, *Gryllus assimilis*, pollos de engorde, valor nutricional.

Abstract

Good-quality nutrient sources are expensive in broiler chicken diets. In this context, *Gryllus assimilis* is a pest that affects crops in Sonora, and its nutritional value has not been studied. The objective was to determine the nutritional value of *Gryllus assimilis* as a nutrient source for



broiler chicken diets. Proximate analysis was performed using AOAC methods, and minerals were determined by flame atomic absorption and a colorimetric method. *Tenebrio molitor* was used as a control. The results showed that *Gryllus assimilis* did not differ in crude protein content ($P>0.05$), but its fat content was lower ($P<0.05$), and its crude fiber and mineral contents were higher ($P<0.05$) than those of *Tenebrio molitor*. Therefore, *Gryllus assimilis* represents a nutritious and low-cost option for broiler chicken diets.

Keywords: Field cricket, *Gryllus assimilis*, broiler chicken, nutritional value.

Introducción

El alimento en los pollos de engorde juega un papel muy importante en la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia, por ello, las dietas son elaboradas con ingredientes altos en proteína y ricos en aminoácidos esenciales, como la pasta de soya y canola, y las harinas de pescado y hueso. Sin embargo, el costo de estos ingredientes de alto valor nutricional es muy elevado (Babatunde *et al.*, 2021). Se estima que entre el 60 y 75 % de los costos de producción en la industria avícola son atribuidos a los gastos de alimentación, y que el costo de la proteína corresponde a más del 15% del gasto total (Khan *et al.*, 2017). Una alternativa que ha sido considerada para este fin es el uso de insectos en las dietas de las aves, ya que contienen un elevado valor proteico y suelen presentar niveles altos de aminoácidos esenciales, además de aportar vitaminas, minerales y ácidos grasos esenciales. Por otro lado, en Sonora, México, las plagas de insectos suelen presentarse en la época de lluvias, que comprende los meses de junio a agosto. Dentro de estas plagas de insectos se encuentra el grillo de campo *Gryllus assimilis* (Fabricius, 1775), los cuales podrían ser recolectados y utilizados en la alimentación de pollos de engorde, sin embargo, no existe evidencia científica sobre su valor nutricional o su uso en aves de corral. En el caso de larva del escarabajo de la harina *Tenebrio molitor*



(Linnaeus, 1758) se ha visto que puede mejorar los parámetros productivos y la calidad de la carne en pollos de engorda (Bovera *et al.*, 2016), sin embargo, no es tan utilizado en la industria avícola debido a su alto costo. Considerando lo anterior, el objetivo de esta investigación es determinar el valor nutritivo de la harina de *Gryllus assimilis* como fuente rica de nutrientes de bajo costo para las dietas de pollos de engorde.

Materiales y métodos

Se utilizaron *Gryllus assimilis* (Fabricius, 1775), también llamados grillos de campo, los cuales fueron recolectados en el Departamento de Agricultura y Ganadería (DAG) de la Universidad de Sonora (UNISON) durante la época de lluvias, que comprende los meses de junio a agosto. Los insectos fueron deshidratados a 65 °C en una estufa de aire caliente (Thelco, Precision Science, modelo 28, USA) y la harina se obtuvo pulverizando los grillos deshidratados en un molino (Pulvex Mini 100, Mx). Por otro lado, se utilizó la harina comercial de *Tenebrio molitor* (Linnaeus 1758), también llamado larva del escarabajo de la harina (IN INSECT NUTRITION®) debido a que se ha utilizado en la industria avícola y nos sirve de referencia para este estudio. La cantidad de energía bruta (EB) se analizó en una bomba calorimétrica isoperibólica automática (Modelo 6300, Parr Instruments, Moline, IL). La humedad, sólidos totales, proteína cruda, grasa y cenizas se realizó por los métodos analíticos de la AOAC (2000), y la fibra cruda por el método de la fibra detergente ácida de la FAO, (1997). El contenido de carbohidratos se determinó por diferencia numérica, es decir, su valor correspondió a la diferencia de la sumatoria de todos los parámetros que conforman el análisis proximal, con respecto al 100%. La cantidad de calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na) y potasio (K) fue determinada en un espectrofotómetro de absorción atómica de llama modelo 5000 (PerkinElmer®, CT, EE. UU.), mientras que, la concentración de fósforo (P) se determinó por el método colorimétrico de



molibdovanadato de amonio en un espectrofotómetro modelo 3030 (PerkinElmer®, CT, EE. UU.). Se utilizó un diseño experimental completamente al azar de una vía al 95 % de confianza con 3 repeticiones por tratamiento. La prueba de comparación de medias se realizó por Tukey-Kramer a un nivel de significancia de 0.05 y el software estadístico utilizado fue el NCSS versión 11.

Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se muestra el contenido de energía, análisis proximal y minerales presentes en las harinas de *Gryllus assimilis* y *Tenebrio molitor*. Los resultados mostraron que la harina de *Tenebrio molitor* presentó la mayor cantidad de energía bruta y metabolizable ($P < 0.05$), mientras que, no se encontraron diferencias significativas en la cantidad de humedad, sólidos totales y proteína cruda entre las diferentes harinas evaluadas ($P > 0.05$). Por otro lado, el contenido de grasa fue mayor en la harina de *Tenebrio molitor* ($P < 0.05$), y el contenido de fibra cruda, carbohidratos solubles y cenizas fue mayor en la harina de *Gryllus assimilis* ($P < 0.05$). El contenido de calcio, fósforo, sodio y potasio fue mayor en la harina de *Gryllus assimilis* ($P < 0.05$), y el contenido de magnesio fue mayor en la harina de *Tenebrio molitor* ($P < 0.05$). Al igual que en este estudio, otras investigaciones han reportado variaciones en el análisis proximal de diferentes insectos. En este sentido, Ghosh *et al.* (2017) reportaron que el *Tenebrio molitor* y el *Gryllus bimaculatus* presentaron un porcentaje de proteína bruta de 53.22 ± 0.32 y 58.32 ± 0.33 , respectivamente, mientras que, el contenido de grasa en esos mismos insectos fue de $34.54 \pm 0.87\%$ y $11.88 \pm 0.21\%$, y el contenido de fibra fue de $6.26 \pm 0.03\%$ y $9.53 \pm 0.46\%$, respectivamente. Por otro lado, el escarabajo de la harina (*Zophobas morio*) presentó un contenido energético de 585 ± 9.7 kcal/100 g de harina, y el grillo doméstico (*Acheta domesticus*) 446 ± 3.4 kcal/100 g de harina, lo cual se asemeja a lo encontrado en este estudio



en las dos harinas evaluadas. Se ha reportado que el contenido de minerales en las harinas de insectos es muy variable. En este contexto, el contenido de calcio se puede encontrar en un rango de 0.051 a 0.120 g/100 g, el fósforo entre 0.057 y 1.16 g/100 g, el sodio entre 0.66 y 1.142 sodio g/100 g, el magnesio entre 0.352 y 0.943 g/100 g y el de potasio entre 0.062 y 0.422 g/100 g (Ramos-Elorduy *et al.*, 2012; Hlongwane *et al.*, 2020). Los resultados encontrados en este estudio se encuentran dentro de los rangos mencionados anteriormente en otras investigaciones. El valor nutricional de los insectos varía entre las diferentes familias o especies de insectos, así como por el lugar de su recolección y la vegetación que consumen (Meyer-Rochow *et al.*, 2021).

Cuadro 1. Contenido de energía, análisis proximal y minerales presentes en las harinas de *Gryllus assimilis* y *Tenebrio molitor*.

Valor nutricional	Harinas de insectos	
	<i>Gryllus assimilis</i>	<i>Tenebrio molitor</i>
Energía bruta (Kcal/100 g de harina)	427.15±1.06 ^a	561.28±1.84 ^b
Energía metabolizable calculada (Kcal/kg de harina)	3598.3±1.15 ^a	5292.2±2.78 ^b
Análisis proximal (g/100 g de harina)		
Humedad	9.58±1.18 ^a	9.44±1.47 ^a
Sólidos totales	90.42±1.12 ^a	90.56±1.33 ^a
Proteína cruda	51.47±1.05 ^a	50.21±1.08 ^a
Grasa cruda	10.35±0.62 ^a	34.78±1.02 ^b
Fibra cruda	17.50±0.4 ^a	7.36±0.16 ^b
Carbohidratos solubles	15.20±0.42 ^a	3.84±0.24 ^b
Cenizas	5.48±0.14 ^a	3.81±0.13 ^b
Minerales (mg/100 g de harina)		
Calcio (Ca)	140.26±1.13 ^a	56.23±1.30 ^b
Fósforo (P)	1098.38±3.04 ^a	785.89±2.05 ^b
Sodio (Na)	454.75±1.13 ^a	156.19±1.01 ^b
Magnesio (Mg)	122.27±1.18 ^a	150.75±1.51 ^b
Potasio (K)	1154.12±3.59 ^a	551.14±2.68 ^b

**Diferente literal indica diferencia significativa entre los datos de la misma fila (P<0.05).



En conclusión, la harina de *Gryllus assimilis* representa una opción nutritiva y de bajo costo para elaborar dietas para pollos de engorde.

Literatura citada

- AOAC, 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemists.
- Babatunde, O. O., Park, C. S., y Adeola, O. 2021. Nutritional Potentials of Atypical Feed Ingredients for Broiler Chickens and Pigs. *Animals*, 11(5), 1196.
- Bovera, F., Loponte, R., Marono, S., Piccolo, G., Parisi, G., Iaconisi, V., Gasco, L., y Nizza, A. 2016. Use of *Tenebrio molitor* larvae meal as protein source in broiler diet: effect on growth performance, nutrient digestibility, and carcass and meat traits. *Journal of Animal Science*, 94(2), 639-647.
- FAO. 1997. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición. Disponible en: <https://www.fao.org/3/ah833s/AH833S00.htm#Contents>
- Ghosh, S., Lee, S. M., Jung, C., y Meyer-Rochow, V. B. 2017. Nutritional composition of five commercial edible insects in South Korea. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 20(2), 686-694.
- Hlongwane, Z. T., Slotow, R., y Munyai, T. C. 2020. Nutritional composition of edible insects consumed in Africa: A systematic review. *Nutrients*, 12(9), 2786.
- Khan, S., Khan, R. U., Alam, W., y Sultan, A. 2017. Evaluating the nutritive profile of three insect meals and their effects to replace soya bean in broiler diet. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(2), e662-e668.
- Meyer-Rochow, V. B., Gahukar, R. T., Ghosh, S., y Jung, C. 2021. Chemical composition, nutrient quality and acceptability of edible insects are affected by species, developmental stage, gender, diet, and processing method. *Foods*, 10(5), 1-36.
- Ramos-Elorduy, B. J., Pino, M. J. M., y Martínez, C. V. H. (2012). Could grasshoppers be a nutritive meal?. *Food and Nutrition Sciences*, 3(2), 1-12.



EFFECTO DEL CROMO METIONINA Y UN NIVEL BAJO DE RACTOPAMINA EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE CERDOS DE ENGORDA

EFFECT OF CHROMIUM METHIONINE AND A LOW LEVEL OF RACTOPAMINE ON THE PRODUCTIVE PERFORMANCE OF FINISHING PIGS

J.M. Córdova Leyva^{1*}, M. González Alvarado¹, J.B. Nogales Cubillas¹, E. Sánchez Villalba¹, H. Celaya Michel¹, J. Sosa Castañeda¹, F. García Sotelo¹, H. González Ríos², A.L. Tánori Lozano², J.A. Valle Fimbres¹, M.A. Barrera Silva¹

¹Departamento de Agricultura y Ganadería, Universidad de Sonora; ²Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD)

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la adición de cromo metionina y un nivel bajo de ractopamina sobre el comportamiento productivo de cerdos en la etapa de finalización. Se utilizaron 56 cerdos de 90 kg de peso vivo promedio. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar. Tratamientos: 1) TES, dieta testigo; 2) CrMet, TES + cromo metionina a 0.04%; 3) RAC, TES + ractopamina a 2.5 ppm; 4) CrMet y RAC, TES + cromo metionina (0.04%)+ ractopamina (2.5 ppm). Las variables evaluadas fueron: la ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA) y la conversión alimenticia (CA). Resultados, no existieron diferencias ($P>0.05$) en cuanto a los tratamientos en las variables de comportamiento productivo evaluadas. La GDP osciló entre 1.34 a 1.37 kg/día, el CDA fue de 4.04 a 4.23 kg/día y la CA de 2.95 a 3.13 kg/kg. La suplementación con cromo metionina, ractopamina y su combinación no provocaron diferencias en el comportamiento productivo de los cerdos en finalización. Es importante seguir evaluando diferentes dosis de ambos aditivos, relacionar variables económicas, de productividad, y de bienestar del animal.

Palabras clave: cerdos, cromo de metionina, ractopamina, comportamiento productivo.



Abstract

The objective of this study was to evaluate the addition of chromium methionine and a low level of ractopamine on the productive performance of pigs at the finishing stage. Fifty-six pigs with an average body weight of 90 kg were used. A completely randomized block design was used. Treatments: 1) TES, a control diet; 2) CrMet, TES + chromium methionine at 0.04%; 3) RAC, TES + ractopamine at 2.5 ppm; 4) CrMet and RAC, TES + chromium methionine (0.04%) + ractopamine (2.5 ppm). The variables evaluated were: daily weight gain (GDP), daily feed intake (CDA), and feed conversion ratio (CA). Results: there were no differences ($P>0.05$) between treatments in the productive performance. GDP ranged from 1.34 to 1.37 kg/day, CDA was 4.04 to 4.23 kg/day, and CA was 2.95 to 3.13 kg/kg. Supplementation with chromium methionine, ractopamine, and their combinations did not show any differences in finishing performance. It is important to continue evaluating different doses of both additives, in addition to correlating economic, performance, and animal welfare.

Key Words: *pigs, chromium methionine, ractopamine, productive performance.*

Introducción

La alimentación representa el mayor costo en la industria porcina, el cerdo consume la mayor parte de su alimento durante la fase de finalización, por lo que, en este periodo, el costo de la alimentación tiende a aumentar; además conforme aumenta de peso, su eficiencia alimenticia disminuye. Por lo anterior, se ha buscado implementar alternativas que mejoren la productividad, entre algunas encontramos el uso de suplementos, como la ractopamina y el cromo orgánico. El cromo metionina (CrMet), es un mineral orgánico con un gran potencial, gracias a su mayor biodisponibilidad, esto debido a que está quelatado con un aminoácido, lo que facilita el acceso a la membrana celular logrando metabolizarse sin que se requiera una



digestión previa. Se ha reportado en estudios previos que la suplementación con cromo orgánico mejora la productividad (Bin-Jumah et al, 2020) y reduce los efectos del estrés (Ohh, and Lee, 2005). Por otra parte, la ractopamina (RAC) es un agonista β -adrenérgico, estimula la lipólisis, e incrementa la síntesis de proteínas, mejora la conversión alimenticia y la ganancia de peso (Soares *et al.*, 2022). No obstante, su uso, en los niveles que actualmente se utiliza (5 -20 ppm) incrementa riesgos de la salud y bienestar del animal (Grandin *et al.*, 2017). Por lo mencionado, el objetivo de este estudio fue evaluar la adición de cromo de metionina y un nivel bajo de ractopamina en el comportamiento productivo de cerdos en la etapa de finalización.

Materiales y métodos

Todos los procedimientos, en los cuales se involucraron animales estuvieron regulados bajos las normas mexicanas de cuidado animal. El estudio se realizó en la temporada de invierno en Hermosillo, Sonora (México), en la Unidad Experimental Porcina de la Universidad de Sonora. Se utilizaron 56 cerdos machos castrados, de cruza terminales (Yorkshire x Duroc x Landrace), los cuales fueron alojados en corrales individuales. Se proporcionaron raciones de alimento y agua *ad libitum*, y se evaluó la alimentación de los cerdos desde los 90 kg promedio hasta su sacrificio a los 136 kg. Se utilizaron 14 cerdos por tratamiento a los cuales se les asignaron los siguientes tratamientos: 1) TES, dieta Testigo diseñada para satisfacer los requerimientos nutricionales de cerdos de alto potencial magro y alta productividad (proteína 14.3% y 0.80 de lisina digestible); 2) CrMet, dieta testigo suplementada con cromo metionina a 0.04%; 3) RAC, dieta testigo suplementada con ractopamina a 2.5 ppm; 4) CrMet y RAC, dieta testigo suplementada con cromo metionina (0.04%) y ractopamina (2.5 ppm). Los aditivos fueron proporcionados por la empresa BIOTECAP. La evaluación en campo fue de 34 días. Se calculó el consumo diario de alimento. Los cerdos se pesaron de manera individual al inicio y



final de la prueba con esto se calculó la ganancia diaria de peso (GDP) y la conversión alimenticia (CA). Todos los datos fueron analizados utilizando el software estadístico R versión 4.5.0. Cada cerdo fue considerado una unidad experimental. Todos los datos fueron explorados antes del análisis estadístico para descartar posibles valores atípicos. Las variables se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA), utilizando un diseño de bloques completamente al azar, tomando como factor de bloqueo el peso inicial. Cuando se observó diferencia estadística ($P < 0.05$) entre tratamientos, se compararon las medias mediante la prueba de Tukey. Para los análisis una probabilidad de $P < 0.05$ fue considerada significativa, y $P < 0.10$ como una tendencia a ser diferente.

Resultados y discusión

En los resultados de comportamiento productivo de cerdos en finalización se muestran en el Cuadro 1. De acuerdo con lo observado, no existe diferencia ($P > 0.05$) en cuanto a los tratamientos en ninguna de las variables de comportamiento productivo. La GDP promedio osciló entre 1.34 a 1.37 kg, el consumo de alimento fue de 4.04 a 4.23 kg/día y la CA de 2.95 a 3.13 kg/kg, valores normalmente presentados en la etapa y peso en el cual se encontraban los animales.

En este estudio, al adicionar el CrMet, como se mencionó, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, esto está de acuerdo con lo reportado por Liu *et al.* (2023), además, la adición de CrMet no tuvo diferencias al compararlo con la adición de ractopamina, lo que coincide con Sánchez-Villalba, *et al.* (2023) aunque estos realizaron el estudio con diferentes dosis, con machos castrados y hembras, y bajo condiciones de estrés por calor.

Por otra parte, la adición de una dosis baja de ractopamina no mostró diferencias significativas en el desempeño productivo de los animales. Estos resultados contrastan con los hallazgos de



Watkins *et al.* (1990) y Kutzler *et al.* (2011), los cuales mencionan mejoras en el comportamiento productivo al utilizar diferentes dosis de este aditivo. La falta de efectos en nuestro estudio podría deberse a varios factores, como la baja dosis utilizada, condiciones sanitarias, ambientales, contenido de nutrientes en la dieta (principalmente proteína y lisina digestible). Además, las diferencias también podrían estar relacionadas con las mejoras genéticas en la eficiencia productiva, ya que los estudios se realizaron hace varios años. Es importante seguir realizando investigaciones con diferentes dosis de ambos aditivos, además relacionar variables de producción, y de bienestar del animal, con el fin de obtener la mejor relación entre la salud animal, producción y costos.

Cuadro 1. Efectos de Cromo de Metionina y Ractopamina sobre el comportamiento productivo de cerdos en finalización.

Variables de respuesta	Tratamientos				Valor <i>P</i>
	TES	CrMet	RAC	CrMet + RAC	
Peso Inicial (kg)	89.78	89.68	89.57	89.50	0.906
Peso Final (kg)	136.05	135.40	136.30	136.15	0.947
GDP (kg)	1.36	1.34	1.37	1.37	0.897
CDA (kg)	4.23	4.18	4.22	4.04	0.531
CA (kg/kg)	3.12	3.13	3.07	2.95	0.310

Conclusiones

La suplementación con cromo metionina, ractopamina y sus combinaciones no presentaron diferencias en cuanto a comportamiento productivo en finalización, como la ganancia de peso, consumo diario de alimento y la conversión alimenticia. Es importante seguir evaluando diferentes dosis de ambos aditivos, además relacionar variables económicas, de



comportamiento productivo, y de bienestar del animal, esto para obtener la mejor relación entre la salud animal, productividad y costos de producción.

Literatura citada

- Bin-Jumah, M., Abd El-Hack, M. E., Abdelnour, S. A., Hendy, Y. A., Ghanem, H. A., Alsafy, S. A., ... & Aleya, L. 2020. Potential use of chromium to combat thermal stress in animals: A review. *Science of the Total Environment*, 707, 135996.
- Grandin, T., Salak-Johnson, J. L., Thomson, D. U., Goldhawk, C., & Calvo-Lorenzo, M. S. 2017. Effects of Ractopamine Hydrochloride (Paylean) on welfare indicators for market weight pigs¹.
- Kutzler, L. W., Holmer, S. F., Boler, D. D., Carr, S. N., Ritter, M. J., Parks, C. W., & Killefer, J. 2011. Comparison of varying doses and durations of ractopamine hydrochloride on late-finishing pig carcass characteristics and meat quality. *Journal of animal science*, 89(7), 2176-2188.
- Liu, Y., Huo, B., Chen, Z., Wang, K., Huang, L., Che, L., Feng, B., Lin, Y., Xu, S., Zhuo, Y., Wu, C., Wu, D., & Fang, Z. 2023. Effects of Organic Chromium Yeast on Performance, Meat Quality, and Serum Parameters of Grow-Finish Pigs. *Biological Trace Element Research*, 201(3), 1188–1196. <https://doi.org/10.1007/S12011-022-03237-Z>
- NRC. 2012. Nutrient requirements of swine. National Academies Press.
- Ohh, S.J.; Lee, J.Y. 2005. Dietary chromium-methionine chelate supplementation and animal performance. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.*, 18, 898–907.
- Sánchez-Villalba, E., Corral-March, E. A., Valenzuela-Melendres, M., Zamorano-García, L., Celaya-Michel, H., Ochoa-Meza, A., & Barrera-Silva, M. Á. (2023). Chromium Methionine and Ractopamine Supplementation in Summer Diets for Grower–Finisher Pigs Reared under Heat Stress. *Animals*, 13(16), 2671.
- Soares, M. H., Júnior, D. T. V., de Amorim Rodrigues, G., Júnior, R. L. C., Rocha, G. C., Bohrer, B. M., Juárez, M., de Souza Duarte, M., & Saraiva, A. (2022). Effects of feeding ractopamine hydrochloride with or without supplemental betaine on live performance, carcass and meat quality traits, and gene expression of finishing pigs. *Meat Science*, 191, 108851. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2022.108851>
- Watkins, L. E., Jones, D. J., Mowrey, D. H., Anderson, D. B., & Veenhuizen, E. L. 1990. The effect of various levels of ractopamine hydrochloride on the performance and carcass characteristics of finishing swine. *Journal of Animal Science*, 68(11), 3588-3595.



SUPLEMENTACIÓN DE OVINOS EN FINALIZACIÓN CON BAGAZO DE DÁTIL EN MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

SUPPLEMENTATION OF SHEEP AT FINISHING WITH DATE FRUIT BAGASSE IN MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

S.G. Ramírez Lara^{1*}, R. Lazalde Cruz¹, J.F. Sosa Gordillo¹, J.O. Chirino Romero¹, P. Hernández Briano², O. Carrillo Muro², M.A. Vega Cazares¹.

¹Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali 21100. ²Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Zacatecas, General Enrique Estrada 98500.

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la suplementación con bagazo de dátil (BD) en dietas de ovinos en finalización, en Mexicali, Baja California. Se utilizaron 20 corderos Dorper × Katahdin (32 kg, 8 meses de edad), distribuidos en cuatro tratamientos con inclusiones de 0, 8, 16 y 24% de BD en sustitución de paja de avena, durante 42 días. Se evaluó el consumo de materia seca (CMS), la ganancia diaria de peso (GDP) y la eficiencia alimenticia (EA). Los resultados mostraron que el porcentaje de inclusión de BD no afectó los parámetros productivos; pero la GDP, CMS y EA tienden a ser mayores conforme el BD aumenta en la dieta (T16 y T24%). Se concluye que el bagazo de dátil puede emplearse como fuente alternativa de fibra en ovinos hasta un 24% de inclusión, aprovechando así este subproducto agroindustrial. Palabras Clave: Bagazo, Dátil, Subproductos, Ovinos, Suplementación.

Abstract

The objective of this study was to evaluate Date fruit bagasse (DFB) supplementation in finishing sheep diets in Mexicali, Baja California. Twenty Dorper × Katahdin lambs (32 ± kg, 8 months of age) were distributed in four treatments with 0, 8, 16, and 24% DFB inclusions replacing oat straw for 42 days. Dry matter intake (DMI), daily weight gain (ADG), and feed efficiency (FE) were evaluated. The results showed that the percentage of DFB inclusion did



not affect production parameters; however, ADG, DMI, and FE tended to be higher as DFB increased in the diet (T16 and T24%). It is concluded that date fruit bagasse (DPB) can be used as an alternative source of fiber in sheep, with an inclusion rate of up to 24%, thus taking advantage of this agro-industrial by-product. Keywords: Bagasse, Date, By-products, Sheep, Supplementation.

Introducción

La ovinocultura en zonas áridas enfrenta desafíos debido a la escasez y el elevado costo de los forrajes, lo que hace necesario el uso de subproductos agrícolas como recursos alimenticios alternativos que también contribuirían para satisfacer la demanda de carne (Zepeda Bastida et al., 2023), que en Baja California solo satisface el 16.6% (SIAP, 2023). Un subproducto de interés es el bagazo de dátil (BD), generado tras la fermentación alcohólica de los frutos de *Phoenix dactylifera* L., cuya producción tiene una merma estimada del 20-30% (EL-Mously et al., 2023). Este residuo posee un alto contenido de azúcares (Lakhani, 2018) y fibra detergente neutra (24.1%), un componente crucial en la nutrición de rumiantes (Majzoobi et al., 2020; Lakhani, 2018). La incorporación del BD en las dietas representa una buena alternativa ante la limitada disponibilidad de ingredientes que suplan a los forrajes convencionales (Delgadillo Ruíz et al., 2015; Oyeyemi, 2023).

Materiales y métodos

La fase experimental se llevó a cabo en la posta de ovicaprinos del Instituto de investigaciones en Ciencias Veterinarias de la Universidad Autónoma de Baja California, ubicada a 3.5 km al sur de Mexicali en el noroeste de México donde predomina el clima seco y árido, las temperaturas máximas y mínimas oscilan entre 47 °C en verano y 0 °C durante el invierno respectivamente. Tuvo una duración de 42 días y 15 días de adaptación. El BD fue



proporcionado por la empresa "Vieyra Dates", ubicada en Mexicali, México. Se utilizaron 20 corderos machos de la raza Dorper x Katahdin, con una edad promedio de 8 meses y un peso inicial promedio de 32 kg, provenientes de la posta de ovicaprinos del IICV. Fueron alojados en corraletas individuales de 1.60 m de ancho x 6.20 m de largo, contaron con sombra, comedero individual y bebederos compartidos con acceso *ad libitum*. Las variables productivas medidas en la prueba de comportamiento productivo fueron: Peso Inicial (PI), Peso final (PF), Consumo de materia seca (CMS), Ganancia diaria de peso (GDP) y Eficiencia alimenticia (EA). Todos los procedimientos experimentales aplicados a los ovinos se llevaron a cabo siguiendo las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-062-ZOO-1999, NOM-051-ZOO-1995 y NOM-033-ZOO-1995. El BD y las dietas experimentales fueron procesadas para su análisis en el laboratorio de Nutrición del Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias para determinar el porcentaje de MS, PC, EE y CEN (AOAC, 2019). Mientras que, la FDN, FDA y LIG se midieron con el método descrito por Van Soest (1991).

El alimento fue ofrecido dos veces por día, a las 8:00 de la mañana y 2:00 de la tarde (40% y 60% respectivamente). La dieta basal se ajustó a los requerimientos nutricionales descritos por NASEM (2016). Se aplicaron cuatro tratamientos con distintos porcentajes de inclusión de bagazo de dátil que sustituyeron a la paja de avena los cuales fueron repartidos al azar en las corraletas. Los tratamientos fueron: T0 = 0% de bagazo de dátil, T8 = 8% de bagazo de dátil, T16 = 16% de bagazo de dátil, T24 = 24% de bagazo de dátil (Tabla 1).

Los datos fueron analizados mediante un diseño completamente al azar con el procedimiento MIXED. Cuando se detectaron efectos significativos, se realizó una comparación de medias empleando el método de Tukey con la instrucción LSMEANS. Se usaron polinomios



ortogonales para evaluar efectos lineales y cuadráticos, incluyendo cuatro niveles igualmente espaciados. Se considero significativo un valor de $p \leq 0.05$.

Tabla 1. Porcentajes de inclusión de bagazo de dátil para ovinos en finalización (%)

Ingrediente	T0	T8	T16	T24
	%			
Bagazo de dátil	0	8	16	24
Paja de avena	24	16	8	0
Dieta basal*	76	76	76	76

*Dieta basal isoenergética e isoproteica: maíz rolado, pasta de soya, melaza, premezcla de minerales, bicarbonato

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 2. La inclusión de bagazo de dátil en las dietas de finalización para ovinos no afectó de manera negativa los parámetros productivos evaluados. El consumo de materia seca (CMS) indica que el bagazo no generó problemas de palatabilidad ni de aceptación del alimento, aun en niveles de sustitución de hasta el 24%. Este hallazgo coincide con lo señalado por Delgadillo Ruíz et al. (2015), quienes reportaron que la incorporación de subproductos del dátil puede formar parte de las raciones sin disminuir el consumo voluntario.

Tabla 2. Efecto de la suplementación de bagazo de dátil en ovinos en finalización

Parámetro	% de Inclusión de bagazo de dátil				SEM ^c	Efecto (<i>P</i> -valor)	
	T0%	T8%	T16%	T24%		Lineal	Cuadrático
Peso inicial, Kg	34.32	30.89	30.58	33.28	1.481	0.6291	0.0863
Peso final, Kg	46.87	48.42	48.92	49.23	1.281	0.2233	0.6733
GDP, Kg/día	0.257	0.284	0.293	0.299	0.022	0.2232	0.6739
CMS, Kg/día	1.35	1.43	1.43	1.41	0.076	0.6386	0.5951
E.A, Kg/Kg	0.189	0.198	0.207	0.213	0.011	0.1530	0.9388

^{a,b} Las medias de una fila con diferentes superíndices difieren ($p < 0.05$) según la prueba de Tukey



En cuanto a la ganancia diaria de peso (GDP), los animales que recibieron niveles de inclusión de 8 y 16% presentaron valores similares al grupo control, lo que sugiere que el bagazo de dátil puede sustituir parcialmente a la paja de avena sin comprometer el crecimiento. Sin embargo, en el nivel más alto (24%), la GDP tendió a disminuir ligeramente, lo que podría estar relacionado con el elevado contenido de fibra detergente ácida y lignina (45.24% y 24.58%, respectivamente), los cuales pueden reducir la digestibilidad de la dieta, tal como lo ha señalado Majzoobi et al. (2020). Respecto a la eficiencia alimenticia, los tratamientos con 8 y 16% de inclusión mostraron indicadores comparables al T0, lo cual reafirma que el bagazo de dátil puede utilizarse como fuente alternativa de fibra en raciones de finalización. Estos resultados son relevantes en el contexto de la región, donde la disponibilidad y costo de los forrajes constituyen un factor limitante para la competitividad de la ovinocultura (SIAP, 2023). Los hallazgos sugieren que el bagazo de dátil puede emplearse como fuente alternativa de fibra en ovinos en finalización hasta en un 24% de inclusión, aprovechando así este subproducto agroindustrial.

Literatura citada

AOAC 2019. Association of Official Agricultural Chemists Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL (21 Edition).

Delgadillo Ruíz, L., Bañuelos Valenzuela, R., Esparza Ibarra, E. L., Gutiérrez Bañuelos, H., Cabral Arellano, F. J. y Muro Reyes, A. (2015). Evaluación del perfil de nutrientes de bagazo de agave como alternativa de alimento para rumiantes. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(spe11), 2099-2103. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i11.778>

EL-Mously, H., M. Midani, E.A. Darwish. 2023. Date Palm Byproducts for Natural Fodder and Silage. In: Date Palm Byproducts: A Springboard for Circular Bio Economy. Materials Horizons: From Nature to Nanomaterials. Springer, Singapore. 235-249 https://doi.org/10.1007/978-981-99-0475-4_9



- Lakhani, N. 2018. Physically effective fibre in ruminant nutrition: A review. 7(4): 303-308
- Majzoobi, M., G. Karambakhsh, M. Golmakani, G. Mesbahi, and A. Farahnaky. 2020. Effects of Level and Particle Size of Date Fruit Press Cake on Batter Rheological Properties and Physical and Nutritional Properties of Cake. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 22: 121-133.
- National Academies of Science, Engineering, and Medicine. 2016. Nutrient Requirements of Beef Cattle, Eighth Revised Edition. Washington, DC: The National Academies Press.
- Oyeyemi, K.S., O. Faniyi, A. T. Amos, D. U. Kareem, O. A. Idowu, O. D. Adeniyi and O. M. Idowu. 2023. Assessing the growth performance of broiler chickens fed diets containing varying levels of date by-products as a partial replacement for maize. *Animal - science proceedings*. 4(2) DOI:[10.1016/j.anscip.2023.01.409](https://doi.org/10.1016/j.anscip.2023.01.409)
- SIAP, 2023 Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Estadísticas de la producción nacional de dátil. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> Fecha de acceso: 12 de febrero del 2025.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of dairy science*, 74(10), 3583–3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-)
- Zepeda Bastida, A., Meza Galindo, L. M., Jorge Castillo, H. P., García Vázquez, L. M., Hernández Aco, R. S. y Ocampo López, J. (2023). Uso de productos y subproductos agrícolas en la medicina veterinaria y zootecnia. *Boletín De Ciencias Agropecuarias Del ICAP*, 9(Especial), 12-19. <https://doi.org/10.29057/icap.v9iEspecial.9228>



ALIMENTACIÓN PRE-DESTETE DE CORDEROS DORPER X KATAHDIN CON PROPIONATO DE CALCIO: IMPACTO EN AJUSTES METABÓLICOS

PREWEANING FEEDING OF DORPER X KATHADIN RAM LAMBS WITH CALCIUM PROPIONATE: IMPACT ON METABOLIC ADJUSTMENTS

A.T. Carbajal Estrada^{1*}, U. Macías-Cruz¹, M.A. López-Baca¹, J.A. Roque-Jiménez¹, R. Vicente-Pérez², L. Avendaño-Reyes¹, M. López-Romero^{1,3}

¹Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas, Mexicali, B.C.;

²Universidad de Guadalajara, CUCSUR, Jalisco; ³CETYS Universidad, Mexicali.

Resumen

Se utilizaron 24 corderos Dorper x Katahdin (peso vivo [PV]=5.95 ± 1.50 kg, edad= 20 d) para evaluar el efecto de alimentar con propionato de calcio (PrCa) durante el pre-destete sobre las concentraciones séricas de metabolitos, electrolitos y hormonas tiroideas. Se asignaron bajo un diseño de bloques al azar a los tratamientos: dieta base sin (testigo) y con 0.9 g de PrCa/kg de PV. Estos se ofrecieron diariamente entre el día 20 y 80 post-nacimiento, y muestras sanguíneas se colectaron los días 20, 50 y 80 para determinar los analitos. La interacción tratamiento × días no afectó ($P>0.05$) las concentraciones de analitos, mientras que el PrCa solamente tendió ($P=0.10$) a disminuir tiroxina sin afectar triiodotironina. Se concluye que la inclusión de PrCa en la alimentación pre-destete de los corderos de pelo no promueve cambios en el metabolismo de energía y proteína, ni en el balance electrolítico.

Palabras clave: Electrolitos, gluconeogénico, metabolismo de energía, ovinos de pelo.

Abstract

Twenty-four Dorper x Katahdin male lambs (body weight [BW]=5.95 ± 1.50 kg, age= 20 d) were used to evaluate calcium propionate (CaPr) feeding during the pre-weaning on serum concentrations of metabolites, electrolytes and thyroid hormones. They were assigned under a randomized block design to the treatments: basal diet without (control) or with 0.9 g of CaPr/kg



BW. These were daily offered between the days 20 and 80 post-lambing, blood samples were collected on days 20, 50 and 80 to determine the analytes. The treatment $\times$ day interaction did not affect ($P>0.05$) analyte concentrations, whereas PrCa only tended ($P=0.10$) to decrease thyroxin concentration without affecting triiodothyronine. In conclusion, pre-weaning feeding of CaPr to hair male lambs does not promote changes on the energy and protein metabolism, nor in electrolyte balance.

Keywords: Electrolyte, gluconeogenic; energy metabolism, hair sheep.

Introducción

La fase pre-destete en los ovinos se caracteriza por el cambio de una alimentación líquida materna a una alimentación sólida independiente, donde el grado de desarrollo y funcionalidad del rumen define el tiempo de transición entre estos tipos de alimentación (Urbano et al., 2017). Este cambio en la alimentación conlleva a la presencia de ajustes fisiológicos y metabólicos como el origen de los sustratos nutricionales es diferente (Li et al., 2025). Así, una alternativa para mejorar el desarrollo y funcionalidad del rumen tempranamente en ovinos podría ser la alimentación con propionato de calcio (PrCa), un aditivo que ha mostrado ser efectivo en terneros (Ferreira & Bittar, 2011). Un estudio reportó que la disponibilidad de glucosa sérica y la ganancia de peso al destete mejoraron por PrCa en terneros (Zhang et al., 2020). No obstante, Ferreira & Bittar (2011) no encontraron efecto del PrCa en metabolitos asociados con metabolismo de energía. La información disponible sobre metabolismo en terneros es contradictoria y escasa, mientras que no se encontraron evidencias en ovinos pre-destete. El objetivo fue evaluar el efecto de alimentar a corderos pre-destete con PrCa sobre los niveles de metabolitos, electrolitos y hormonas tiroideas.



Materiales y Métodos

Todos los procedimientos de manejo se realizaron de acuerdo con NOM-051-ZOO-1995. El estudio se realizó en las instalaciones del Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California. Se seleccionaron 24 corderos de 20 días de nacidos, los cuales se alojaron en un corral común con sus madres. El corral contaba con un área “*creep feeding*” donde solamente tenían acceso las crías a un alimento iniciador que se ofreció *ad libitum*, y se formuló con trigo molido, harina de soya, alfalfa molida y paja de trigo, llenando los requerimientos nutricionales del pre-destete (NRC, 2007). El agua también fue *ad libitum* y diariamente se monitoreó el estado de salud.

Los corderos se asignaron a dos tratamientos bajo un diseño de bloques completamente al azar utilizando el peso vivo (PV) inicial como factor de bloqueo: 1) Sin (testigo) y 2) Con 0.9 g de PrCa/kg de PV. La dosis se calculó basado en un estudio de terneros pre-destete (Zhang et al., 2018) y se administraba diariamente dividiéndola en tres partes iguales para ofrecerla diluidas en 20 mL de leche a las 6:00, 12:00 y 18:00 h. Por el contrario, el grupo testigo se alimentó con 20 mL de leche en cada horario como efecto placebo. Los tratamientos se ofrecieron desde el día 20 post-parto hasta el destete (d 80). Las concentraciones de analitos sanguíneos se determinaron en los días 20, 50 y 80 post-nacimiento, para lo cual se colectaron muestras de sangre por punción de la vena yugular antes de la alimentación matutina en tubos vacutainer de 10 mL. Las muestras se centrifugaron a 3500 rpm por 15 min a 10°C y se almacenó el suero en viales de 2 mL a -20 °C hasta el análisis de concentraciones de glucosa, colesterol, triglicéridos, urea, proteína total, sodio, potasio, cloro y hormonas tiroideas (triiodotironina [T3] y tiroxina [T4]). Los metabolitos y electrolitos se determinaron con equipos semi-automáticos de química sanguínea y electrolitos, mientras que las hormonas con la



técnica de ELISA. Todas las variables se analizaron con el procedimiento MIXED del programa estadístico SAS 9.4, bajo un diseño de bloques completamente al azar con mediciones repetidas en el tiempo. Las medias se analizaron con LSMEANS y PDIFF a un $\alpha=0.05$.

Resultados y discusión

La interacción tratamiento x día no afectó ($P \geq 0.26$) las concentraciones de los analitos sanguíneos (Cuadro 1). Similarmente, la suplementación de PrCa no causó variación ($P > 0.05$) en la concentración de ningún analito, aunque tendió ($P = 0.10$) a disminuir los niveles de T4. Con excepción de triglicéridos, las concentraciones de todos los analitos variaron ($P \leq 0.05$) entre los días. Actualmente, los estudios conducidos en neonatos bovinos evidencian que la alimentación con PrCa durante el periodo pre-destete lleva a cambios, no solo relacionados con mejor desarrollo ruminal, sino también asociados con aumentos en la producción de ácidos grasos volátiles -particularmente propiónico- debido a una reducción en la abundancia relativa de bacterias y microorganismos metanogénicos (Cao et al., 2020; Zhang et al., 2018). En consecuencia, se ha sugerido que las concentraciones de metabolitos asociados con metabolismo de glucosa y lípidos podrían aumentar, así como proteína total por una mejora en la síntesis de proteína microbiana. Sin embargo, los resultados del presente estudio sugieren que los corderos pre-rumiantes no modifican su metabolismo por la suplementación de PrCa, lo cual está en coincidencia con la escasa información publicada terneros (Ferreira & Bittar, 2011; Zhang et al., 2018). De hecho, se ha indicado la posibilidad de que, el efecto de la edad asociado con un mayor consumo de iniciador es un factor más predisponente de los cambios metabólicos que el mismo efecto del aditivo, enmascarándose de esta manera las variaciones metabólicas generados por el PrCa en los rumiantes de pre-destete.



Cuadro 1. Concentración sérica de electrolitos, metabolitos y perfil hormonal en corderos pre-destete por efecto de la suplementación con propionato de Calcio (PrCa).

Variable	Tratamiento (Tra)			Valor de P		
	Testigo	PrCa	EE	Tra	Día	Tra × Día
Metabolitos (mg/dL)						
Glucosa	127.1	127.61	3.74	0.92	0.02	0.79
Colesterol	111.9	96.95	10.6	0.34	<0.01	0.32
Triglicéridos	28.17	24.19	3.78	0.47	0.40	0.26
Proteína total	5.73	5.59	0.13	0.46	0.10	0.45
Electrolitos (mmol/dL)						
Potasio	4.51	4.61	0.07	0.38	0.01	0.26
Sodio	129.6	132.2	2.54	0.48	0.05	0.65
Cloro	105.6	105.6	0.70	0.98	<0.01	0.93
Hormonas tiroideas (ng/mL)						
Triyodotironina	1.13	1.22	0.08	0.54	0.01	0.71
Tiroxina	56.70	49.60	2.00	0.10	0.03	0.35

En conclusión, los resultados en conjunto evidencian que el metabolismo de energía y proteína, así como el balance electrolítico de corderos de pelo en etapa de pre-destete, no se modifica por alimentarlos con el precursor gluconeogénico PrCa teniendo como base un alimento iniciador rico en almidón y alfalfa.

Literatura citada

- Cao, N., Wu, H., Zhang, X. Z., Meng, Q. X., & Zhou, Z. M. (2020). Calcium propionate supplementation alters the ruminal bacterial and archaeal communities in pre- and postweaning calves. *Journal of Dairy Science*, 103(4). <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16964>
- Ferreira, L. S., & Bittar, C. M. M. (2011). Performance and plasma metabolites of dairy calves fed starter containing sodium butyrate, calcium propionate or sodium monensin. *Animal*, 5(2). <https://doi.org/10.1017/S1751731110001965>



- Li, T., Raja, B. R., Liao, J., Zheng, L., Yin, F., Gan, S., Sun, X., Lyu, G., & Ma, J. (2025). The characteristics, influence factors, and regulatory strategies of growth retardation in ruminants: a review. In *Frontiers in Veterinary Science* (Vol. 12). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1566427>
- NRC. (2007). Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids. In *National Academy Press, Washington DC*. (Vol. 09, Issue 04). <https://doi.org/doi.org/10.17226/11654>.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. (1995). NOM-051-ZOO-1995, Trato humanitario en la movilización de animales. Diario Oficial de la Federación [Norma Oficial Mexicana].
- Urbano, S. A., Ferreira, M. A., Rangel, A. H. N., Júnior, L., Andrade, R. P. X., & Novaes, L. P. (2017). Lamb feeding strategies during the pre-weaning period in intensive meat production systems. In *Tropical and Subtropical Agroecosystems* (Vol. 20, Issue 1). <https://doi.org/10.56369/tsaes.2242>
- Zhang, F., Nan, X., Wang, H., Guo, Y., & Xiong, B. (2020). Research on the applications of calcium propionate in dairy cows: A review. In *Animals* (Vol. 10, Issue 8, pp. 1–13). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ani10081336>
- Zhang, X. Z., Chen, W. B., Wu, X., Zhang, Y. W., Jiang, Y. M., Meng, Q. X., & Zhou, Z. M. (2018). Calcium propionate supplementation improves development of rumen epithelium in calves via stimulating G protein-coupled receptors. *Animal*, 12(11), 2284–2291. <https://doi.org/10.1017/S1751731118000289>



ADICIÓN DE UNA LEVADURA VIVA EN DIETAS DE BECERRAS LECHERAS EN ESTRÉS POR CALOR SOBRE COMPONENTES SANGUÍNEOS

ADDITION OF LIVE YEAST IN DIETS OF DAIRY CALVES UNDER HEAT STRESS ON BLOOD COMPONENTS

E. Sánchez-Villalba*, H. Celaya-Michel, J. Sosa-Castañeda, J.M. Córdova-Leyva, A. Ochoa-Meza, J.A. Valle-Fimbres, M.A. Barrera-Silva

Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora

Resumen

El estrés por calor (EC) representa un desafío para la producción lechera, ya que altera la normotermia y compromete el crecimiento, metabolismo y bienestar de las becerras. Este estudio evaluó el efecto de la suplementación con levadura viva (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre los parámetros sanguíneos en becerras lecheras expuestas a condiciones de EC. Se utilizaron 10 becerras (Holstein × Jersey) alojadas individualmente durante 40 días bajo condiciones de verano en Hermosillo, Sonora. Los animales recibieron dos tratamientos: 1) dieta base y 2) 10 g/día de levadura viva (BY WAYS®). La suplementación redujo los niveles séricos de creatina quinasa ($P < 0.05$) y tendió a disminuir la glucosa ($P = 0.07$). Los resultados del presente trabajo indican que la suplementación con levadura viva puede modificar algunos indicadores sanguíneos asociados al bienestar de becerras lecheras expuestas a EC.

Palabras clave: estrés por calor, levadura viva, becerras, parámetros sanguíneos

Abstract

Heat stress (HS) represents a challenge for dairy production, as it disrupts thermal homeostasis and compromises growth, metabolism, and welfare in dairy calves. This study evaluated the effect of live yeast supplementation (*Saccharomyces cerevisiae*) on blood parameters in dairy calves exposed to HS conditions. Ten crossbred calves (Holstein × Jersey) were individually



housed for 40 days during the summer in Hermosillo, Sonora. Animals were assigned to two treatments: basal diet and 10 g/day of live yeast (BY WAYS®). Supplementation reduced serum creatine kinase levels ($P < 0.05$) and tended to decrease blood glucose ($P = 0.07$). The results of the present study indicate that live yeast supplementation may modify certain blood indicators associated with the welfare of dairy calves exposed to HS.

Keywords: heat stress, live yeast, dairy calves, blood parameters.

Introducción

El estrés por calor (EC) es uno de los principales desafíos en la producción lechera, ya que la exposición a altas temperaturas altera la normotermia y compromete el crecimiento, la salud y el bienestar de las becerras. Recientemente, se ha incrementado el interés por suplementos basados en levaduras porque se ha demostrado que pueden ayudar a atenuar algunos efectos negativos causados por el EC en las becerras (Davies et al., 2025). Sin embargo, la eficiencia de la levadura para mitigar el EC y su mecanismo de acción siguen siendo controversiales (Shi et al., 2025) y los resultados en ganado lechero son contradictorios (Cabrita et al., 2025). El perfil bioquímico sanguíneo es un indicador importante para evaluar los cambios fisiológicos en los animales y también puede servir como herramienta eficaz para evaluar el impacto del EC, ya que se ha demostrado que algunos componentes sanguíneos pueden alterarse bajo estas condiciones (Habibu et al., 2018). Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la suplementación con levadura viva en dietas de becerras lecheras sometidas a estrés por calor sobre parámetros sanguíneos.

Materiales y métodos

El estudio fue realizado en Hermosillo, Sonora (México), en la unidad experimental para la crianza de becerras en la Universidad de Sonora. La prueba se realizó con 10 becerras



lecheras cruzadas Holstein × Jersey (peso vivo= 103.5 ± 1.46 kg), las cuales se alojaron en corrales individuales durante 40 días en verano con una temperatura promedio de 34.8°C (las temperaturas máximas y mínimas registradas fueron 43.0 y 27.4°C , respectivamente). Las becerras recibieron una de las 2 dietas siguientes: 1) Dieta basal, diseñada para satisfacer los requerimientos nutricionales de las becerras en desarrollo y 2) Levadura, dieta basal suplementada con 10 g/d de levadura (BY WAYS®, Grupo Biotecap, S. A, de CV, Tepatitlán, Jalisco, México; 2.0×10^{10} UFC/g de levadura viva *Saccharomyces cerevisiae*).

Se tomaron dos muestras de sangre por animal en tubo vacutainer, uno con EDTA y otro sin el aditivo. Se realizó un hemograma utilizando un analizador hematológico automatizado (Coulter Electronics x 10 system, Beckman Coulter Inc.; Miami, Florida, Estados Unidos). Los parámetros hematológicos medidos fueron: recuento de eritrocitos, hemoglobina, volumen corpuscular medio. Concentración de hemoglobina media, plaquetas, leucocitos, neutrófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos. Las muestras de tubos sin aditivos fueron centrifugadas a 10,000 rpm por 10 min, el suero fue separado y almacenado a -20°C hasta que los análisis fueron realizados (glucosa, albumina, fosfatasa alcalina y creatina quinasa). Todos fueron determinados utilizando los kits apropiados (RANDOX®, Randox Laboratories Ltd.; Crumlin, Reino Unido) en un analizador bioquímico automatizado RX Daytona+ (Randox Laboratories Ltd.; Crumlin, Reino Unido). Para el análisis estadístico, se utilizó el software SPSS inc, versión 20. Cada becerro fue considerada como una unidad experimental. Las variables se analizaron mediante un análisis de varianza bajo un diseño de bloques completamente al azar, considerando el peso inicial como factor de bloqueo. Se declararon diferencias entre tratamientos a $P < 0.05$.



Resultados y Discusión

En el presente trabajo, la temperatura promedio diaria en los corrales fue de 34.8 °C, con máximas y mínimas de 43.0 y 27.4 °C, respectivamente. La zona termoneutral para becerras en crecimiento se encuentra entre 5 y 25 °C. Por lo tanto, las becerras lecheras estuvieron expuestas a condiciones de EC crónico durante todo el período experimental. No se observaron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos para albumina, fosfatasa alcalina y parámetros hermatológicos (Cuadro 1). No obstante, la creatina quinasa se redujo ($P < 0.05$) por efecto de la levadura viva. Asimismo, se detectó una tendencia a disminuir glucosa sanguínea ($P = 0.07$) debido a la levadura. Estos resultados son relevantes, ya que la creatina quinasa es una enzima localizada principalmente en el músculo esquelético y el corazón, y niveles elevados indican daño muscular (Baird et al., 2012). La creatina quinasa se incrementa en condiciones potencialmente estresantes y fatigantes (Arsenopoulos et al., 2022), por lo que su concentración en la sangre puede utilizarse como un biomarcador de estrés por calor. Por lo tanto, los valores bajos de creatina quinasa en las becerras cuya dieta fue suplementada con levadura son deseables y sugiere un posible efecto mioprotector con implicaciones positivas en bienestar animal. Por otra parte, en nuestro estudio las becerras suplementadas con levadura tendieron a presentar valores bajos de glucosa, este hallazgo podría explicarse por la presencia de algunos componentes presentes en la levadura como polisacáridos y oligoelementos, que pueden estimular la secreción de insulina y facilitar la captación y utilización de glucosa por las células, lo que conlleva a una reducción en los niveles de glucosa sanguínea (Shi et al., 2025).



Cuadro 1. Análisis de componentes sanguíneos al adicionar una levadura viva en dietas para becerras lecheras en estrés por calor durante 40 días. Los datos son presentados como media $\pm$ error estándar de la media (EEM), dieta basal ($n=5$), levadura viva ($n=5$). Valor de $P < 0.05$ indica diferencias significativas.

Análisis sanguíneo	Tratamientos			
	Dieta basal	Levadura	EEM	Valor de P
Eritrocitos	3.73	4.00	0.11	0.25
Hemoglobina	10.93	11.66	0.30	0.27
Hematocrito	32.10	34.46	0.96	0.25
Volumen corpuscular medio	86.10	86.06	0.01	0.37
Memoglobina corpuscular media	29.37	29.13	0.11	0.36
Concentración de hemoglobina media	34.07	33.83	0.11	0.36
Plaquetas	258.33	503.00	80.80	0.13
leucocitos	9.90	9.96	0.47	0.95
Neutrofilos	15.20	25.76	3.52	0.14
Linfocitos	78.83	63.00	5.21	0.13
Monocitos	5.60	10.23	1.44	0.10
Eosinofilos	0.37	1.00	0.27	0.30
Glucosa	93.17	85.36	2.29	0.07
Albumina	2.95	2.83	0.05	0.39
Fosfatasa alcalina	279.47	207.16	30.51	0.27
Creatina quinasa	223.80	13.73	56.39	0.03

En conclusión, la suplementación con levadura viva podría contribuir al bienestar de becerras lecheras bajo estrés por calor, al reducir la creatina quinasa sanguínea observada en este estudio. Sin embargo, se requieren estudios adicionales para confirmar y ampliar estos hallazgos.



Literatura citada

- Arsenopoulos, K. V., Triantafillou, E., Gelasakis, A. I., & Papadopoulos, E. (2022). Deltamethrin Application on Pre-Weaned Calves Improves Feed Consumption, Stress and Fatigue Status under Heat Stress Conditions. *Pathogens*, 11(1), 85. <https://doi.org/10.3390/pathogens11010085>
- Baird, M. F., Graham, S. M., Baker, J. S., & Bickerstaff, G. F. (2012). Creatine-Kinase- and Exercise-Related Muscle Damage Implications for Muscle Performance and Recovery. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2012, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2012/960363>
- Cabrita, A. R. J., Carnevalheira, J., & Fonseca, A. J. M. (2025). Live Yeast Supplementation Attenuates the Effects of Heat Stress in Dairy Cows. *Veterinary Sciences*, 12(9), 791. <https://doi.org/10.3390/vetsci12090791>
- Davies, S. J., Esposito, G., Villot, C., Chevaux, E., & Raffrenato, E. (2025). Effects of *Saccharomyces cerevisiae boulardii* on preweaning calf performance in the presence and absence of chronic stress. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/jds.2025-26706>
- Habibu, B., Dzenda, T., Ayo, J. O., Yaqub, L. S., & Kawu, M. U. (2018). Haematological changes and plasma fluid dynamics in livestock during thermal stress, and response to mitigative measures. *Livestock Science*, 214, 189–201. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.05.023>
- Shi, C.-X., Yang, S.-R., Li, Y.-Q., Wang, H.-L., Min, S.-N., Zhang, S., Zhang, H.-L., Luo, Y.-W., Zhao, W.-X., He, Y., Cao, B.-H., & Su, H.-W. (2025). *Saccharomyces cerevisiae* Supplementation Improves Growth Performance and Heat Stress Tolerance in Angus Steers. *Agriculture*, 15(4), 439. <https://doi.org/10.3390/agriculture15040439>



EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE BAGAZO DE CERVEZA Y XILANASA SOBRE CALIDAD NUTRITIVA *in vitro* DE DIETAS PARA GANADO DE ENGORDA EN FINALIZACIÓN

EFFECT OF THE INCLUSION OF BREWERY SPENT GRAIN AND XYLANASE ON THE *in vitro* NUTRITIONAL QUALITY OF FINISHING FEEDLOT DIETS

A. Itzel González Vallejo, N.C. Vásquez Aguilar, J.E. Segura Carmona y H. Bernal Barragán

Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León

Resumen

El presente estudio evaluó el efecto de la inclusión de bagazo de cerveza con y sin xilanasa en dietas para ganado de engorda en finalización. Las fracciones de fibra FDN, FDA, y de hemicelulosa registraron un incremento ($P < 0.001$) al aumentar el bagazo de cerveza de 0% a 21% de la dieta. La adición de 4000 U de enzima xilanasa tuvo interacción significativa ($P < 0.05$) con la adición de bagazo de cerveza en el contenido de proteína cruda y grasa cruda. Se reportan los contenidos de energía metabolizable, así como sus valores de digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica de las diferentes dietas evaluadas. La información generada en esta investigación indica que el bagazo de cerveza es un ingrediente con potencial para ser adicionado en cantidades limitadas en dietas para ganado de engorda en finalización.

Abstract

This study evaluated the effect of including brewer's grains with and without xylanase in diets for finishing feedlot cattle. The fiber fractions of NDF, ADF, and hemicellulose increased ($P < 0.001$) when the content of brewer's grains increased from 0% to 21% of the diet. The addition of 4000 U of xylanase enzyme had a significant interaction ($P < 0.05$) with the addition of brewer's grains on crude protein and crude fat contents. The metabolizable energy contents,



as well as the *in vitro* organic matter digestibility of the different diets evaluated are reported. The information generated in this research indicates that brewer's grains are an ingredient with the potential to be added in limited quantities to diets for finishing feedlot cattle.

Introducción

La rentabilidad de la finalización de engorda de bovinos en corral se ve afectada por los altos costos de alimentación. Por ello, continuamente se deben evaluar subproductos agroalimentarios que puedan representar alternativas económicas para formular mejores dietas (Gerber et al., 2013). El bagazo de cervecería podría representar alternativa para reducir costos, aprovechando su moderado (24-28% MS) contenido proteico y alto contenido (40-70%) de fibra (Fan *et al* 2025), si se conocen los efectos de niveles crecientes de su inclusión en la dieta, para mejorar su aprovechamiento. El componente principal de la fibra del bagazo de cervecería es hemicelulosa (xilanos), por lo que la adición de enzimas xilanasas, puede contribuir a la hidrólisis de los polisacáridos estructurales de la pared celular vegetal, para mejorar la disponibilidad de nutrientes y la digestibilidad de dietas con adición de bagazo de cervecería (Simon *et al.*, 2024). En este estudio se evaluó el efecto de incluir cuatro niveles de bagazo de cervecería y dos niveles de enzima xilanasa, sobre la composición química y el contenido de energía metabolizable de la dieta de bovinos de engorda en finalización.

Materiales y métodos

El trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Nutrición y Calidad de Alimentos de la Facultad de Agronomía UANL. Se elaboraron 8 dietas experimentales considerando un diseño factorial 4 niveles (0, 7, 14 y 21%) de bagazo de cervecería x 2 niveles (0 y 4000 U/kg) de enzima



xilanasa (Danisco Xylanase, Dinamarca). Se realizó la caracterización química de acuerdo con la metodología de la AOAC (2005). Las fracciones de fibra (FDN Fibra Detergente Neutro, y FDA Fibra Detergente Ácido) fueron determinadas utilizando la metodología de Van Soest *et al.*, (1991). La técnica de gas *in vitro* (Menke & Steingass, 1988) se empleó para determinar la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica y el contenido de energía metabolizable. Los resultados se evaluaron en un ANOVA con arreglo factorial de tratamientos con 4 niveles de bagazo y dos niveles de enzima xilanasa, utilizando el paquete SPSS.

Resultados

La adición de xilanasa tuvo una interacción significativa ($P=0.025$) con el nivel de bagazo para el contenido de proteína cruda de la dieta. En las dietas sin adición de enzima, el contenido de proteína cruda disminuyó ($P=0.016$) de 9.94 % a 8.35% en dieta con 0 hasta 21% de bagazo de cervecería.

En las dietas con enzima, el contenido de proteína cruda de la dieta sin bagazo fue de 10.75%, mientras que las tres dietas con bagazo de cervecería promediaron 8.67% de proteína cruda. Se observó una interacción significativa Bagazo*Enzima ($P=0.006$) sobre el contenido de grasa cruda. En dietas sin xilanasa, la grasa aumentó ($P=0.002$) de 1.82% a 2.88% dependiendo del nivel (0 a 21%) de bagazo.

La inclusión de bagazo de cerveza modificó la composición nutricional de las dietas. El bagazo de cervecería incrementó linealmente ($P<0.001$) los contenidos de FDN, FDA y hemicelulosa. La dieta con 21% de bagazo presentó los valores más altos (32.43 FDN, 11.67%FDA, 20.76 hemicelulosa) en comparación con el control (21.20%, 7.66%, 13.55%, respectivamente). La xilanasa no afectó ($P>0.340$) estos parámetros (Cuadro 1).



Los resultados de producción de gas *in vitro*, energía metabolizable (EM) y digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) no fueron modificados por la enzima ($P > 0.05$). Sin embargo, la inclusión de 21% de bagazo redujo ($P < 0.001$) la producción de gas a 51.17 ml. La energía metabolizable disminuyó ($P < 0.001$) desde 2.617 Mcal/kg MS hasta 2.379 Mcal/kg MS en dietas con 0% hasta 21% de bagazo. La digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica se redujo de 73.47% a 66.99 ($P < 0.001$) con el máximo nivel de inclusión.

Cuadro 1. Caracterización química (%MS) de las dietas evaluadas

	Proteína Cruda	Grasa	FDN	FDA	Hemicelulosa	Cenizas
Masilla						
0	10.35 ^a	1.54 ^c	21.20 ^d	7.66 ^c	13.55 ^c	4.38 ^b
7	9.07 ^b	1.81 ^b	25.33 ^c	9.33 ^b	15.99 ^b	4.66 ^a
14	8.65 ^{bc}	1.85 ^b	28.27 ^b	10.82 ^a	17.45 ^b	4.48 ^{ab}
21	8.40 ^c	2.37 ^a	32.43 ^a	11.67 ^a	20.76 ^a	4.42 ^{ab}
SEM	0.115	0.042	0.288	0.204	0.413	0.089
P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.049
Enzima						
0	8.99	2.24	26.66	9.80	16.87	4.47
1	9.24	1.55	26.95	9.94	17.01	4.50
SEM	0.081	0.030	0.204	0.144	0.292	0.045
P	0.071	0.000	0.341	0.504	0.726	0.728
Masilla*Enzima	0.025	0.006	0.729	0.857	0.728	0.113

a,b,c,d Letras diferentes en la misma columna, indican diferencias significativas

Discusión

La ausencia de diferencias significativas ($P > 0.05$) en la producción de gas, energía metabolizable y digestibilidad sugiere que, bajo las condiciones evaluadas, la adición de 4000 U de xilanasa/kg MS no mejoró la degradación de la fracción fibrosa. Este comportamiento



podría atribuirse a factores como la especificidad de la enzima, el método de aplicación o las características del sustrato (Fernandes & Silva., 2025).

Cuadro 2. Producción de gas, contenido de energía metabolizable y digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) en dietas evaluadas

	Producción de Gas (mL/200 mg/24 hrs)	Energía Metabolizable (Mcal ME/kg MS)	DIVMO (% MS)
Masilla			
0	57.56 ^a	2.617a	73.47a
7	56.58 ^a	2.573a	72.28a
14	54.06ab	2.460ab	69.74ab
21	51.17b	2.379b	66.99b
SEM	1.643	0.068	1.601
P	0.001	0.001	0.000
Enzima			
0	54.72	2.518	70.47
1	54.98	2.496	70.82
SEM	0.801	0.068	0.713
P	0.817	0.602	0.735
Masilla*Enzima	0.125	0.108	0.083

a,b,c,d Letras diferentes en la misma columna, indican diferencias significativas

La inclusión de bagazo al 21% redujo drásticamente ($P < 0.0001$) la producción de gas y la digestibilidad, mientras que la adición del 7% de bagazo mostró valores similares al control. Esto concuerda con lo reportado por Lago *et al.* (2025), en el sentido de que el alto contenido de fibra lignocelulósica del bagazo de cervecería limita la fermentación ruminal, y su disponibilidad energética.

En conclusión, el bagazo de cervecería afectó negativamente y de forma lineal la fermentación, energía metabolizable y digestibilidad de las dietas. La xilanasa no mitigó los efectos negativos del bagazo de cervecería en estos parámetros. Por lo tanto, se recomienda limitar la inclusión



de bagazo de cervecería a menos del 14% en la dieta, para evitar reducciones significativas en la digestibilidad y energía de la dieta.

Literatura citada

- AOAC. (2005). Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, V.A.
- Fan, Z., He, S., Lin, Q., Lin, S., Zhu, L., Yang, R., Chen, B., Ye, D., & Guo, P. (2025). Brewer's grains on growth performance, nutrient digestibility, blood metabolites, and fecal microbiota in Simmental crossbred cattle finished in feedlot. *Agriculture*, 15(9), 977.
- Fernandes, P.C.B. and J. Silva. (2025). Brewing by-products: Source, nature, and handling in the dawn of a circular economy age. *Biomass* (5):49,1-33
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., & Tempio, G. (2013). *Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/3/i3437e/i3437e.pdf>
- Lago, R.V.P.; da Cruz, J.M.; Wolschick, G.J.; Signor, M.H.; Breancini, M.; Klein, B.; Silva, L.E.L.; Wagner, R.; Hamerski, M.E.P.; Kozloski, G.V.; and da Silva, A.S. (2025). Addition of exogenous fibrolytic enzymes to the feed of confined steers modulates fat profile in meat. *Ruminants*, 5-23.
- Menke, K.-H. and Steingass H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*, 28, 7-55.
- Simon, A. L., Copetti, P. M., Lago, R. V. P., Vitt, M. G., Nascimento, A. L., Silva, L. E. L., Wagner, R., Klein, B., Martins, C. S., Kozloski, G. V., & Da Silva, A. S. (2024). Inclusion of exogenous enzymes in feedlot cattle diets: Impacts on physiology, rumen fermentation, digestibility and fatty acid profile in rumen and meat. *Biotechnol Reports*, (41), e00824.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583–3597



COMPORTAMIENTO CONDUCTUAL DE MACHOS HOLSTEIN VS CRUZAS LIMOUSIN X HOLSTEIN DURANTE LA ETAPA DE FINALIZACIÓN EN CORRAL DE ENGORDA

BEHAVIORAL BEHAVIOR OF HOLSTEIN VS LIMOUSIN X HOLSTEIN STEERS DURING THE FINISHING STAGE IN FEEDLOT

V Delgadillo-Gamboa*, EM Carvajal-Armijo, C Pérez-Linares, F Figueroa-Saavedra, A

Barreras-Serrano, AL Kinejara-Espinoza, GV Cervantes-Cazarez

Instituto de Investigación en Ciencias Veterinarias. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, México.

Resumen

Para comparar el comportamiento conductual en 5 corrales en machos Holstein (376 bovinos) y 5 corrales cruza Limousin x Holstein (386 bovinos) se realizaron 8 visitas aleatorias en el periodo de finalización. Se tomaron registros de número de eventos de indicadores conductuales en cada corral, (conductas agonistas: montas, signos de flehmen, topetazos, peleas, amenazas; conductas sociales: acicalamiento, olfateos, vocalizaciones y cabeza baja; conducta habitual: animales parados, echados comiendo). La hipótesis de igualdad de medias entre grupos fue resuelta con el estadístico F utilizando un ANOVA tipo II con medidas repetidas. Se observaron diferencias ($P > 0.05$) tanto en comportamiento agonistas: en mayor presencia de amenazas a oponentes y peleas, como en comportamiento social: en mayor presencia de vocalizaciones en machos Holstein en comparación de la cruce Limousin x Holstein. Se concluye que los machos cruce Limousin x Holstein muestran menores comportamientos agonistas durante el periodo de finalización en la engorda.

Abstract

To compare the in-pen behavioral performance of Holstein steers and Limousin x Holstein crosses, 8 random visits were made during the finishing period. Records were taken of the



number of occurrences of behavioral indicators in each pen (agonistic behaviors: mounting, flehmen signs, butting, fighting, threats; social behaviors: grooming, sniffing, vocalizations and head down; habitual behavior: animals standing, lying down, eating). The hypothesis of equality of means between groups was resolved with the F statistic using a type II ANOVA with repeated measures. Differences ($P > 0.05$) were observed both in agonistic behaviors: greater presence of threats to opponents and fights, and in social behavior: greater presence of vocalizations in Holstein steers compared to the Limousin x Holstein cross. It is concluded that Limousin x Holstein cross steers show less agonistic behaviors during the finishing period of fattening.

Introducción

Los sistemas de cruzamiento buscan mejorar tanto el desempeño reproductivo de los animales, como los registros de las características de crecimiento y rendimiento de la canal (Rezagholivand et al., 2020). La combinación de genes de dos o más razas diferentes genera progenie con un mejor comportamiento explicado por su vigor híbrido o heterosis. En los sistemas de producción de leche una práctica actual para mejorar el comportamiento reproductivo de las hembras es la utilización de sementales de razas para carne, como Limousin, Charolais y Hereford entre otros, generando progenies machos cruzados que son utilizados en los sistemas de engorda expresando mayores tasas de sobrevivencia, mejores indicadores de crecimiento, de la canal y de la carne (Nogalski et al., 2014; Favero et al., 2019; Vestergaard et al., 2019). En relación al comportamiento conductual, el ganado Holstein se caracteriza por un temperamento más excitable e impredecible y por consiguiente, son más susceptibles al estrés (Campo, 2011). El comportamiento excitable de los animales dado por golpes o peleas entre ellos, pueden afectar las características de calidad de la canal por el aumento en la frecuencia y tamaño de contusiones, además de valores de pH por encima de



5.8 en la carne (después de 24 horas *postmortem*) ocasionando una disminución en la calidad de la carne (Cafe et al., 2011). Sin embargo, no existe evidencia científica sobre la evaluación de parámetros conductuales en corral entre cruzas de ganado lechero con razas cárnicas, por consiguiente se planteó como objetivo evaluar durante la etapa de finalización, el comportamiento conductual en corral de machos Holstein puro vs cruzas Limousin x Holstein.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó durante los meses de diciembre 2024 a abril del presente año, en una unidad de producción pecuaria ubicada en el Valle de Mexicali, Baja California, México, con clima desértico cálido extremo con temperatura promedio de 34.7 °C (mínima de -5 °C en invierno y máxima de 50 °C en verano), con precipitación promedio anual de 37 mm, y humedad relativa promedio anual de 50% (García, 2004). Se incluyeron un total de 376 machos Holstein (Grupo1) y 386 de cruce Limousin x Holstein (Grupo2) todos castrados quirúrgicamente, con un peso promedio de 238 ± 0.74 kg distribuidos en 5 corrales cada grupo. A las 24h de recepción del ganado, se vacunaron, desparasitaron y se aplicó un implante (un producto a base de acetato de trembolona, estradiol y tylorina). Los animales se alimentaron dos veces al día, con un programa de tres dietas integrales elaborada por la empresa productora de carne. Los novillos se alojaron en corrales de 900 m² (30x30m) con una sombra de 300 m². Se realizaron 8 visitas aleatorias por corral durante el periodo de finalización, el cual comprende los últimos 70 días de engorda, considerando un peso aproximado a los 550 kg por animal. Las evaluaciones se realizaron por dos personas previamente capacitadas ubicadas en la parte frontal del corral evaluando un corral por cada tratamiento en forma simultánea por un tiempo de 1 hora dentro del horario de las 7:00 h a las 3:00 h del día. Los indicadores conductuales fueron evaluados mediante el registro del número de eventos



ocurridos en cada corral. En la conducta agonista se incluyeron las montas, signo de flehmen, topetazos, peleas y amenazas; y para la conducta social se evaluaron las variables acicalamiento, olfateos, vocalizaciones y cabeza baja. En la conducta habitual se incluyó el número de bovinos comiendo, parados y en descanso, evaluada al inicio de la hora de observación. Se registró la temperatura ambiental y humedad relativa para calcular el valor del Índice de Temperatura y Humedad (ITH). Previo al análisis estadístico, los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas del modelo lineal fueron evaluados al aplicar las pruebas de Shapiro-Wilk y la de Levene modificada (prueba de Brown and Forsythe), respectivamente. El análisis de las variables de comportamiento conductual (Y_{ijk}) se realizó aplicando el siguiente modelo lineal estadístico $Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \theta_k + (\tau\theta)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$ con efectos fijos para los grupos en evaluación (τ_i), corrales (β_j), visitas (θ_k) e interacción grupo por visita $[(\tau\theta)_{ik}]$ y los efectos aleatorios del residual en los grupos a evaluar $[(\tau\beta)_{ij} \sim NID(0, \sigma_{\tau\beta}^2)]$ y del error de visita dentro de grupo y corral $[\varepsilon_{ijk} \sim NIID(0, \sigma_\varepsilon^2)]$. La hipótesis de igualdad de efectos medios entre grupos en evaluación se resolvió empleando el componente $(\tau\beta)_{ij}$ como denominador en el estadístico de F en el análisis de varianza. Se declararon diferencias cuando $P \leq 0.05$. El análisis se realizó con ayuda del procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS 9.4 (TS1M8).

Resultados y Discusión

Al evaluar el comportamiento en corral entre machos Holstein y la craza Limousin x Holstein se reportan diferencias ($P > 0.05$) en dos parámetros de comportamiento agonistas: amenazas a oponentes y peleas; y en comportamiento social: vocalizaciones (Cuadro 1). El promedio de la temperatura ambiental fue de 14.53°C , humedad relativa de 25.2% con lo que representa que los animales estuvieron sujetos a un estado de confort al tener un ITH debajo de 74



unidades. Se ha reportado que el ganado Holstein adulto engordado en corrales de engorda exhibe un comportamiento impredecible y agresivo (Kenneth et al., 2005), lo que fue observado al presentar 3 veces más las conductas agonistas como amenazas y peleas que con los machos de cruce Limousin x Holstein. García (2000) menciona que en el bovino, las peleas son una parte regular del comportamiento social, y el comportamiento de dominio es un componente importante en la actividad social, ya que así establecen sus jerarquías, observando como manotean el suelo y vocalizan durante las peleas (Bruno et al., 2018); además, durante el tiempo en que los animales conviven en corral durante su periodo de finalización pueden alterar o modificar pautas conductuales típicas (Ratnakaran et al., 2017). Si bien la expresión vocal en los bovinos fue mayor en los machos Holstein, éstas se expresan para manifestar tanto emociones positivas como negativas, sin embargo, aún falta mayor revisión para identificar las vocalizaciones como un marcador de estrés (Haro et al., 2023).

Cuadro 1. Valores medios de frecuencias de las expresiones conductuales de novillos Holstein y cruce Limousin x Holstein en el período de finalización.

Variable n	Tratamientos		E.E.	Pr>F
	Holstein 376	F1 386		
Comiendo	5.09	6.47	1.02	0.218
Parados	31.51	26.91	1.30	0.007
Echados	38.43	44.70	6.11	0.334
Montas	3.31	4.62	1.73	0.471
Topetazos	21.88	19.47	2.88	0.427
Amenazas a oponente	4.38	0.92	0.86	0.003
Peleas	6.76	1.59	1.70	0.002
Signo de Flehmen	7.90	9.32	2.43	0.574
Vocalización	18.81	13.77	6.37	0.451
Olfateos	24.78	25.56	4.16	0.856
Acicalamiento	22.01	25.68	2.28	0.146
Cabeza baja	1.30	1.22	0.68	0.910



Conclusiones

Tras evaluar el comportamiento conductual en corral en la etapa de finalización, los machos de cruce de Limousin x Holstein muestran menor presencia de comportamiento agonista (amenazas y peleas) y menor presencia de vocalizaciones con respecto a los machos Holstein.

Literatura Citada

- Café, L. M., Robinson, D. L., Ferguson, D. M., McIntyre, B. L., Geesink, G. H., & Greenwood, P. L. (2011). Cattle temperament: Persistence of assessments and associations with productivity, efficiency, carcass and meat quality traits. *Journal of Animal Science*, 89(5), 1452–1465. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3304>
- Campo, M. (2011). Temperamento, bienestar animal, calidad de producto. *INIA*, 24(1), 1-7.
- Favero, R., Menezes, G., Torres, R., Silva, L., Bonin, M., Feijó, G., & Gomes, R. (2019). Crossbreeding applied to systems of beef cattle production to improve performance traits and carcass quality. *Animal*, 13(12), 2679–2686. <https://doi.org/10.1017/S1751731119000930>
- García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN: 970-32-1010-4
- Haro, A., Suarez-Usbeck, A., Burgos-Mayorga, A., Navarrete, J., Ramonez, J., Nieto-Escandon, P., & Andrade, M.J. (2023). Vocalizaciones como indicador de estrés en ganado bovino. *CEDAMAZ*, 13(1), 126-131. <https://doi.org/10.54753/cedamaz.v13i1.1763>
- Kenneth, H. B., Maynard, L. J., & Meyer, A. L. (2005). Understanding the market for Holstein steers. In *Managing & marketing quality Holstein steers* (pp. 207–225). Iowa State University.
- Nogalski, Z., Wielgosz-Groth, Z., Purwin, C., Sobczuk-Szul, M., Mochol, M., Pogorzelska-Przybylek, P., & Winarski, R.. (2014). Effect of slaughter weight on the carcass value of young crossbred ('Polish Holstein Friesian' × 'Limousin') steers and bulls. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 74(1), 59–66. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392014000100009>
- Ratnakaran, A. P., Sejian, V., Jose, V. S., Vaswani, S., Bagath, M., Krishnan, G., Beene, V., Devi, I., Varma, G., & Bhatta, R. (2017). Behavioral responses to livestock adaptation to heat stress challenges. *Asian Journal of Animal Sciences*, 11(1), 1–13. <https://doi.org/10.3923/ajas.2017.1.13>
- Rezagholivand, A., Nikkhah, A., Khabbazan, M. H., Mokhtarzadeh, S., Dehghan, M., Mokhtabad, Y., Sadighi, F., Safari, F., & Rajaei, A. (2021). Feedlot performance, carcass characteristics and economic profits in four Holstein-beef crosses compared with pure-breed Holstein cattle. *Livestock Science*, 247, 104358. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104358>
- Vestergaard, M., Jørgensen, K., Çakmakçı, C., Kargo, M., Therkildsen, M., Munk, A., & Kristensen, T. (2019). Performance and carcass quality of crossbred beef × Holstein bull and heifer calves in comparison with purebred Holstein bull calves slaughtered at 17 months of age in an organic production system. *Livestock Science*, 223, 184–192. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.03.019>



EFFECTO DE LAS CAUSAS DE ELIMINACIÓN SOBRE LA VIDA PRODUCTIVA DE LAS CERDAS EN EL TRÓPICO DE MÉXICO

EFFECT OF ELIMINATING CAUSES ON THE PRODUCTIVE LIFE OF SOWS IN THE MEXICAN TROPIC

J. E. Ek-Mex^{1*}, G. A. Muñoz-Osorio², A. Barreras-Serrano¹, C. Pérez Linares¹

¹Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias, Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, Baja California, México. ²Secretaría de Educación del Gobierno del Estado de Yucatán. Mérida, Yucatán. México.

Resumen

El estudio evaluó el efecto de las principales causas de eliminación (CE) sobre la vida productiva (DVP), número de partos a la eliminación (NPE) y partos por año (NPA) de cerdas en una granja comercial de Yucatán. Se analizaron retrospectivamente 7,637 registros de cerdas eliminadas del año 2012 a 2015. Se identificaron seis CE: reproductivos, locomoción, producción, enfermedad, edad avanzada y misceláneos. Las cerdas eliminadas por edad avanzada tuvieron la mayor VP, NPE y NPA, mientras que las descartadas por problemas de locomoción y reproducción presentaron los valores más bajos. La DVP, NPE y NPA en cerdas están influenciados por la CE.

Abstract

The study evaluated the effect of the main culling causes (CC) on productive life (PL), number of farrowings to culling (NFC), and farrowings per year (FPY) in sows from a commercial farm in Yucatán. A retrospective analysis of 7,637 culled sows between 2012 and 2015 was conducted. Six CC were identified: reproductive, locomotion, production, disease, advanced age, and miscellaneous. Sows culled due to advanced age had the highest PL, NFC, and FPY,



whereas those culled due to locomotion and reproductive problems showed the lowest values. Productive life, NFC, and FPY in sows are influenced by the CC.

Introducción

Una corta estancia de las cerdas reproductoras en la granja conduce a una ineficiencia económica y a un bajo rendimiento reproductivo (Segura-Correa et al 2019; Bondoc e Isubol, 2022). En México, existen escasos estudios sobre la relación de las diferentes causas de eliminación (CE) con la duración de la vida productiva (DVP) de las cerdas (Segura-Correa et al., 2011; Segura-Correa et al., 2019) y no existe reportes del número de parto a la eliminación (NPE) y número de partos al año (NPA) durante la vida productiva asociado a las principales CE. Se ha demostrado que la DVP y NPE varía con las diferentes CE (Sasaki y Koketsu, 2011) y que las CE pueden cambiar a lo largo del tiempo, de un país a otro, entre granjas y regiones (Bondoc e Isubol, 2022). Por lo tanto, conocer la DVP, el NPE y el NPA según las principales CE en condiciones del trópico de México resulta fundamental para diseñar programas de desecho y reemplazo que permitan implementar medidas de prevención efectivas, lo que impactará en mayor productividad y menos días no productivos.

El objetivo del estudio fue determinar el efecto de las principales causas de eliminación sobre la duración de la vida productiva, número de partos a la eliminación y número de partos al año por vida productiva de las cerdas en una granja comercial en el trópico de México.

Materiales y métodos

El presente estudio observacional retrospectivo se llevó a cabo con la información de 7,637 cerdas desechadas del año 2012 a 2015 en una granja porcina comercial de Yucatán, México. La región es de clima tropical subhúmedo. La granja, de ciclo completo con 5,000 cerdas



Camborough 22 en producción, producía sus reemplazos mediante inseminación artificial con semen fresco. La información para el estudio se recopiló de los registros de las cerdas y comprendió la identificación, la fecha de ingreso a la granja, la fecha y el número de parto en el momento del desecho y CE. La DVP fue considerada como los días en la granja, se calcularon por la diferencia entre la fecha de la eliminación y la fecha de ingreso a la granja (Saballo et al., 2007). El NPA es un parámetro de eficiencia en la producción animal, fue definido como el número de partos a la eliminación dividido por los días de vida productiva multiplicado por 365 días. El modelo estadístico que describía DVP, NPE y NPA incluía los efectos de CE, época y año de eliminación, se analizaron utilizando GLM (SAS 2002).

Resultados y discusión

La media general de DVP y NPE de las cerdas fue de 613.06 ± 284.64 días y 3.93 ± 1.98 partos, respectivamente; similar a lo reportado por Segura-Correa et al. (2019), pero inferiores a los reportados por Bondoc e Isubol, (2022). El NPA fue de 2.06 ± 0.55 , menor que otros reportes (Saballo et al., 2007). Estas diferencias pueden atribuirse a variaciones en raza, manejo reproductivo y alimentario, condiciones zoosanitarias, tamaño de piara, criterios de desecho y factores ambientales.

La CE influyó significativamente ($p < 0.05$) en todas las variables estudiadas. Las cerdas descartadas por edad avanzada mostraron los valores más altos en estos indicadores, confirmando que su permanencia se relaciona con buen desempeño reproductivo (Segura-Correa et al., 2019). Resultados similares fueron reportados por Bondoc e Isubol (2022) y por Lucia et al. (2000), quienes señalan que las cerdas eliminadas por edad avanzada suelen



mantenerse más tiempo en los rebaños que aquellas descartadas por problemas reproductivos u otras causas.

Cuadro 1. Medias de cuadrados mínimos y error estándar por causa de eliminación (CE) para duración de la vida productiva (DVP), número de partos a la eliminación (NPE) y número de partos al año (NPA) por vida productiva de las cerdas una granja en el trópico de México.

CE	n	DVP (días)	NPE	NPA
Reproducción	2117	471.16±3.85c	2.70±0.02c	1.76±0.01e
Locomoción	902	423.41±5.85e	2.67±0.03c	1.82±0.04d
Producción	618	483.82±7.13c	3.13±0.04b	2.07±0.01b
Enfermedad	347	445.16±9.38d	2.79±0.06c	1.92±0.02c
Edad avanzada	2963	787.49±3.61a	5.31±0.02a	2.29±0.01a
Misceláneos	690	509.82±6.68b	3.23±0.04b	1.95±0.01c

Diferente literal en la columna para cada CE indica diferencia significativa ($P<0,05$)

Las cerdas eliminadas por problemas reproductivos presentaron una vida productiva intermedia, con menor número de partos acumulados y el NPA más bajo respecto a otras causas. Hallazgos similares fueron descritos por Saballo et al. (2007) y Sasaki y Koketsu (2011). Bondoc e Isubol (2022) señalaron que las cerdas descartadas por fallas reproductivas alcanzaron la menor DVP (369 días) y NPE (3.2 partos), lo que evidencia que la infertilidad reduce de manera directa la permanencia en el hato y afecta la eficiencia productiva. En México, estas deficiencias reproductivas constituyen la principal CE no planeada (Segura-Correa et al., 2011).

Las cerdas eliminadas por problemas de locomoción mostraron la menor DVP, con bajo número de partos al desecho y por año. Resultados similares han sido reportados por Lucia et



al. (2000) y Sasaki y Koketsu (2011). La locomoción deficiente constituye una CE frecuente involuntaria, vinculada con dolor, baja fertilidad y reducción de la prolificidad. Hallowell y Pierdon (2022) señalaron que las cerdas con cojera presentan menor longevidad y eficiencia reproductiva. Iida et al. (2020) observaron en estas cerdas, camadas con mayor número de lechones momificados, mayor mortalidad perinatal e intervalos destete-concepción más largos. Estos problemas, además de acortar la vida útil, afectan la producción anual por cerda. La DVP, NPE y NPA en cerdas están influenciados por la CE. La edad avanzada se asocia con mayor permanencia y productividad, y los problemas de locomoción y reproducción reducen la productividad.

Literatura citada

- Bondoc, O., & Isubol, J. (2022). Reasons for culling in relation to longevity and lifetime efficiency of landrace and large white sows in a nucleus breeding farm in the Philippines. *Tropical Animal Science Journal*, 45(1), 30-36.
- Hallowell, A., & Pierdon, M. (2022). Effects of lameness on productivity and longevity for sows in pen gestation. *Journal of Swine Health and Production*, 30(4), 223-229.
- Iida, R., Piñeiro, C., & Koketsu, Y. (2020). Removal of sows in Spanish breeding herds due to lameness: Incidence, related factors and reproductive performance of removed sows. *Preventive Veterinary Medicine*, 179, 105002.
- Lucia Jr, T., Dial, G. D., & Marsh, W. E. (2000). Lifetime reproductive performance in female pigs having distinct reasons for removal. *Livestock Production Science*, 63(3), 213-222.



- Saballo, A. J., López-Ortega, A., & Márquez, A. A. (2007). Causas de descarte de cerdas en granjas de la región centro occidental de Venezuela durante el período 1996-2002. *Zootecnia tropical*, 25(3), 179-187.
- Sasaki, Y., & Koketsu, Y. (2011). Reproductive profile and lifetime efficiency of female pigs by culling reason in high-performing commercial breeding herds. *Journal of Swine Health and Production*, 19(5), 284-291.
- Segura Correa J C, Aké-Villanueva J R, Magaña-Monforte J G, Santos-Ricalde R H and Segura-Correa V M. (2019). Reasons for sow removal and its effect on stayability in a production unit in the Southeast of Mexico. *Livestock Research for Rural Development*, 31 (63).
- Segura-Correa, J. C., Ek-Mex, E., Alzina-López, A., & Segura-Correa, V. M. (2011). Frequency of removal reasons of sows in Southeastern Mexico. *Tropical animal health and production*, 43(8), 1583-1588.
- Statistical Analysis System (2002). *SAS/STAT User's Guide*, Version 9.1, (SAS Institute Inc, North Carolina).



EFFECTO DEL AMAMANTAMIENTO RESTRINGIDO EN EL PESO PRE Y POST-DESTETE DE CORDEROS

EFFECT OF RESTRICTED SUCKLING ON PRE- AND POST-WEANING WEIGHT OF LAMBS

L.A. Valle-Gallardo^{1*}, R. Vicente-Perez², R. Martinez-Martinez², E.O. García-Flores², M.A. López-Baca³, C.E. Guerra-Medina⁴.

¹Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur, Programa de Maestría en Ciencias Agropecuarias, Autlán de Navarro, Jalisco; ²Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur, Departamento de Producción Agrícola; ³Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas, Mexicali. ⁴Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental, Rosario Izapa. Tuxtla Chico, Chiapas, México.

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del amamantamiento restringido sobre el peso vivo pre y post-destete de corderos de pelo. Se distribuyeron aleatoriamente 28 corderos, cruce Dorper x Katahdin, de 30 días de edad, a dos tipos de amamantamiento: 1) amamantamiento continuo (n=14) y 2) amamantamiento restringido (n=14) por 45 días previos al destete (día 75). Se registró el peso vivo de los corderos a la edad de 30, 60, 75 y 90 días (post-destete). El amamantamiento restringido no afectó el peso de los corderos en el pre-destete, tampoco en la etapa post-destete.

Palabras clave: creep feeding, ovinos, crecimiento



Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of restricted suckling on pre- and post-weaning live weight of hair lambs. Twenty-eight 30-day-old Dorper x Katahdin cross lambs were randomly assigned to two treatments: 1) continuous suckling (n=14) and 2) restricted suckling (n=14) for 45 days prior to weaning (day 75). Lamb live weight was recorded at 30, 60, 75, and 90 days (post-weaning). Restricted suckling did not affect lamb weight during pre- and post-weaning.

Keywords: creep feeding, sheep, growth

Introducción

La ovinocultura en México es una actividad económica que presenta una de las mejores tasas de rentabilidad y buenas perspectivas de crecimiento (Cuéllar-Ordaz *et al.*, 2012). Actualmente se requiere desarrollar sistemas productivos capaces de disminuir el tiempo de terminación y tasas de crecimiento en corderos, así como aumentar la calidad de la canal de los mismos (Paniagua-Alcaraz *et al.* 2017). La alimentación preferencial del cordero lactante conocida como Creep Feeding (CF), permite a los corderos que se encuentran al pie de su madre acceder libremente a un concentrado; esta estrategia acorta el ciclo productivo de las ovejas y aumenta la frecuencia de partos, además el sistema digestivo de los rumiantes jóvenes se desarrolla temprano, lo cual a su vez mejora el rendimiento del crecimiento pre y post-destete (Banchemo, 2006). Sin embargo, el estrés del destete genera disminución de la ingesta y peso corporal en los corderos. La alimentación suplementaria con iniciador y restricción de amamantamiento logra generar independencia en el cordero con lo que el estrés generado por el destete se ve disminuido (Xu *et al.*, 2023). El peso al nacimiento, pre-destete y al destete



son variables de interés para medir el desarrollo del cordero vivo posterior al nacimiento (Hinojosa-Cuellar et al., 2012). El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del amamantamiento restringido sobre el peso vivo pre y post-destete en corderos con acceso a iniciador.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en el rancho La Macarena localizado en el municipio de Unión de Tula, Jalisco. Se usaron 28 corderos (8 machos y 20 hembras) de cruza comerciales Dorper y Katahdin con peso promedio de 10.25 ± 2.89 kg y 30 días de edad, previamente adaptados a consumir iniciador a libre acceso desde la segunda semana de vida. Los corderos se dividieron en dos grupos, 10 hembras y 4 machos en cada grupo, los cuales fueron asignados aleatoriamente a uno de dos tipos de amamantamiento; al primer grupo (AC), se le permitió amamantamiento continuo y acceso libre a iniciador a través de comederos con acceso solo para corderos, por lo que corderos y madres permanecieron en el mismo corral; al segundo grupo (AR) se le asignó amamantamiento restringido por periodos de 30 minutos en intervalos de tres horas entre las 0700 horas y 1900 horas, el resto del día corderos y madres permanecieron juntos. Durante la restricción, en los corrales adjuntos al corral de las madres, contruidos con malla ciclónica galvanizada, se dispuso comederos para que los corderos tuvieran acceso libre al iniciador. En general, cada grupo experimental fue subdividido en dos subgrupos de igual número de corderos, para alojarlos en dos corrales por tratamiento. Los tratamientos se aplicaron del día 30 al día 75 después del nacimiento. Se registró peso vivo de los corderos al día 30, 60 y 75 pre-destete, y día 90 (post-destete). Se realizó un análisis de varianza bajo un diseño completamente al azar, la comparación de medias se realizó mediante



el procedimiento PDIF (P<0.05). Los análisis se realizaron con el paquete estadístico del programa SAS 9.4.

Resultados y discusión

El efecto del tipo de amamantamiento en el peso vivo de los corderos se presenta en el Cuadro 1. Los resultados obtenidos no muestran diferencias significativas (P>0.05) en el peso vivo de los corderos entre los tratamientos de amamantamiento continuo y restringido. En promedio, los pesos al destete fueron 21.7 kg a 75 días de edad y 23.8 kg a 90 días de edad (post-destete).

Cuadro 1. Efecto del tiempo de amamantamiento en corderos con acceso a iniciador sobre el peso pre- y post-destete.

	Continuo		Restringida		Valor de P
Peso					
	Media	EE.	Media	E.E.	
Predestete					
Día 30	10.18	0.67	10.15	0.64	0.98
Día 60	22.66	1.16	19.93	1.12	0.10
Día 75	22.52	1.16	20.83	1.11	0.30
Post-Destete					
Día 90	24.94	1.16	22.76	1.11	0.18

E.E; error estándar. P<0.05.

Perez-Hernández et al. (2009) obtuvieron peso vivo de corderos a los 90 días de edad de 16.7 kg en aquellos con amamantamiento continuo y 15.1 kg para los corderos con restricción, los cuales, no mostrando diferencias significativas, coincidiendo con lo observado en la presente evaluación. Del mismo modo Noriega-Márquez et al. (2022) no encontraron diferencias



estadísticas hasta el día 90 posterior al destete, donde los corderos con amamantamiento restringido obtuvieron pesos 14.6% mayores sobre los del tratamiento continuo.

Conclusión

El estudio muestra que el amamantamiento restringido y libre no genera cambios significativos en el peso vivo de los corderos con acceso a iniciador.

Literatura citada

- Banchero, G. (2006). Alimentación estratégica de corderos: La experiencia del INIA en la. *Técnica*, (156).
- Cuéllar, O., Tórtora, P., Trejo, G., y Román, R. (2012). La producción ovina mexicana, particularidades y complejidades. S. /FES-UNAM Ed. Distrito Federal, México: Ariadna.
- Hinojosa-Cuéllar, J., Oliva-Hernández, J., Torres-Hernández, G., Segura-Correa, J., Aranda-Ibáñez, E., y González-Camacho, J. (2012). Factores que afectan el crecimiento pre destete de corderos Pelibuey en el trópico húmedo de México. *Universidad y ciencia*, 28(2), 163-171.
- Noriega-Márquez, J., Vergara, D. M., Lenis-Valencia, C., & Hernández-Herrera, D. (2022). Efecto del amamantamiento restringido sobre características de crecimiento en ovinos de pelo colombiano. *Revista MVZ Córdoba*, 27(s), e2732-e2732.
- Paniagua-Alcaraz, P., González-Cabañas, J., Ocampos-Olmedo, D., y Ceuppens-Quiñones, B. (2017). Productive performance, quality of the carcass and the meat of entire and castrated lambs fed in a creep-feeding system. *Investigations Agraria*, 19(1), 35-43.
- Xu, J., Li, F., Zhang, Z., Zheng, C., Shen, Z., Mamá, Z., Wang, J., Zhang, F., Wang, J., Ran, H., et al. (2023). La suplementación temprana con iniciador puede mejorar el rendimiento productivo de los corderos, pero esta ventaja de crecimiento desaparece después de los 154 días de edad. *Animals*, 13, 372. <https://doi.org/10.3390/ani13030372>.



Pérez-Hernández, P., Hernández-Valdez, V., Figueroa-Sandoval, B., Torres-Hernández, G., Díaz-Rivera, P., y Gallegos-Sánchez, J. (2009). Efecto del tipo de amamantamiento en la actividad ovárica postparto de ovejas pelibuey y tasas de crecimiento de corderos en los primeros 90 días de edad. *Revista Científica*, 19(4), 398-402.



PRECISIÓN DE LA TERMOGRAFÍA INFRARROJA OCULAR, NASAL Y AURICULAR EN CERDAS REPRODUCTORAS CON Y SIN ENFRIAMIENTO EN UN AMBIENTE CÁLIDO MODERADO

ACCURACY OF OCULAR, NASAL, AND AURICULAR INFRARED THERMOGRAPHY IN REPRODUCTIVE SOWS WITH AND WITHOUT COOLING IN A MODERATELY WARM ENVIRONMENT

S. A. Carrillo-Contreras, E. Sáenz-Flores, L. García-Flores, L. Buenabad, M. Huerta-Jimenez*

Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, 31453, México

Resumen

Se evaluó la relación de la termografía infrarroja (TIR) ocular, nasal y auricular como método no invasivo para estimar la temperatura corporal en cerdas reproductoras expuestas a estrés por calor. Se emplearon ocho cerdas para registrar la temperatura rectal, frecuencia cardíaca y respiratoria, junto con mediciones de TIR en diferentes regiones anatómicas con y sin enfriamiento rudimentario. El coeficiente de determinación entre la temperatura rectal y la TIR varió según la zona corporal: la región ocular mostró la relación más consistente, explicando hasta un 44% de la variación en condiciones de enfriamiento. En contraste, la región auricular presentó baja precisión en condiciones sin enfriamiento. Esto permite validar la importancia de las distintas regiones anatómicas para la estimación de la temperatura con TIR antes de usarla como un indicador clínico o de bienestar animal no invasivo. Palabras clave: ventana térmica, estrés por calor, termorregulación.

Abstract

This study evaluated the relationship between infrared thermography (IRT) of the eye, nose, and ear as a non-invasive method for estimating body temperature in breeding sows exposed to heat stress. Eight sows were used to record rectal temperature, heart rate, and respiratory rate, along with IRT measurements in different anatomical regions, with and without rudimentary cooling measures. The coefficient of determination between rectal temperature and IRT varied depending on the body region: the ocular region showed the most consistent correlation, explaining up to 44% of the variation under cooling conditions. In contrast, the auricular region exhibited low accuracy under non-cooling conditions. This validates the importance of considering different anatomical regions when using IRT to estimate temperature,



before applying it as a non-invasive clinical or animal welfare indicator. Keywords: Thermal window, heat stress, thermoregulation.

Introducción

El calentamiento global exacerba la frecuencia e intensidad de las olas de calor extremo y consecuentemente incide de manera negativa en la producción y el bienestar animal, especialmente sobre las cerdas reproductoras en regiones cálidas y carentes de sistemas de enfriamiento (Knox, 2024). Las estrategias de enfriamiento en producción porcina son variadas y su aplicación depende de la disponibilidad de tecnología a nivel local y los recursos económicos del productor, principalmente. Los sistemas de enfriamiento comercial han sido evaluados de manera exhaustiva en cerdos; en cambio, los rudimentarios lo han sido de manera limitada. No está claro si los cambios en la temperatura superficial corporal pueden utilizarse como un indicador objetivo del confort térmico en los animales de granja (Wongsaengchan et al., 2023). En situaciones de estrés por calor, los animales necesitan disipar el exceso de calor al medio circundante mediante el aumento de la circulación sanguínea periférica, principalmente a través de las ventanas térmicas (Leite et al., 2022; Mota-Roja et al., 2021). La termografía infrarroja (TIR) es una técnica no invasiva que es útil para medir la temperatura corporal de los animales, especialmente en condiciones de campo (Tattersall, 2016). Por tanto, se especula que la temperatura superficial infrarroja (TSI) del cerdo pudiera ser utilizada para estimar la temperatura corporal central. Sin embargo, la estimación de la temperatura central empleando la TSI en condiciones de enfriamiento rudimentario es inexistente. El objetivo fue determinar la relación entre la temperatura rectal y TSI nasal, auricular y ocular, así como la frecuencia cardíaca y respiratoria en cerdas reproductoras.

Materiales y Métodos

Se utilizaron ocho cerdas reproductoras recién inseminadas (York x Landrace; York x Landrace x Duroc) para comparar la influencia del enfriamiento sobre las características de las constantes fisiológicas determinadas de manera tradicional en comparación con la estimación de la temperatura corporal utilizando una cámara termográfica infrarroja (Fluke TiS10, Fluke Corporation). Las cerdas fueron manejadas siguiendo las especificaciones para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio (NOM-062-ZOO-1999). La temperatura ambiente



y la humedad relativa se registraron continuamente durante la prueba (Kestrel DROP D2 Wireless Temperature & Humidity Data Logger; Kestrel Instruments; Boothwyn, PA, US). El índice de temperatura y humedad (ITH) se calculó de acuerdo con NRC (1971): $ITH = ((1.8 \cdot T) + 32) - [(0.55 - 0.0055 \cdot HR) \cdot (1.8 \cdot T) - 26.8]$, donde: T °C-temperatura ambiente, HR %-humedad relativa. Las constantes fisiológicas de frecuencia cardíaca (FC) y respiratoria (FR), temperatura rectal (TR) y medición térmica infrarroja en superficie nasal, auricular y ocular. Se evaluaron en un horario de (0900 a 1500 h), periodo del día donde los animales sufren estrés por calor. El sistema de enfriamiento consistió en una línea de agua (tubo de PVC HIDR RD-21 ½ de pulgada) con dos boquillas de aspersión con flujo (4 L/h) regulado por un controlador de riego con temporizador (0900 a 1500 h; 15 min, 30 min con y sin aspersión, respectivamente). Los datos obtenidos fueron evaluados por homogeneidad de varianza y comparados a través de la prueba de t de Student asumiendo varianza igual o diferente según el caso (Microsoft Excel, versión 16.100.3). Además, se obtuvieron los coeficientes de determinación por regresión lineal y cuadrática.

Resultados y Discusión

El índice de temperatura y humedad (ITH) matutino (0900 h) y vespertino (1500 h) durante el periodo evaluado promediaron 77.6 y 80.0, respectivamente, por lo que tanto en la mañana como en la tarde las cerdas se encontraban en condiciones de estrés por calor moderado (EC; $ITH > 74$; St-Pierre et al. 2003). El efecto de los tratamientos sobre las constantes fisiológicas y la temperatura infrarroja en cerdas se muestra en el cuadro 1. Las condiciones ambientales matutinas no influyeron ($P > 0.05$) sobre las constantes fisiológicas de las cerdas excepto por la frecuencia respiratoria, la cual fue menor ($P < 0.05$) en las cerdas que recibieron enfriamiento. Lo anterior sugiere que el enfriamiento mejoró la disipación de la carga de calor aún durante la parte más fresca del día (0900 h) y mantuvo sin cambios la temperatura rectal, lo cual promedió 38.12 °C. Por otra parte, las condiciones ambientales vespertinas no afectaron ($P > 0.10$) las constantes fisiológicas evaluadas. Las condiciones ambientales matutinas no influyeron ($P > 0.05$) sobre la temperatura infrarroja (TIR) nasal; sin embargo, la TIR auricular y ocular fue menor ($P < 0.05$) en las cerdas que recibieron enfriamiento. Lo anterior sugiere que tanto la oreja como el área ocular pueden ser utilizados como sitios para la estimación de la temperatura central. En contraparte, la TIR nasal, auricular y ocular durante la tarde no fueron

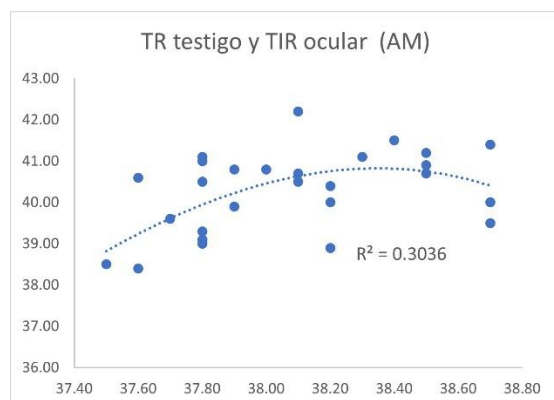


diferentes entre tratamientos ($P>0.10$). Se desconoce la causa que generó mayor jadeo y una mayor TIR en el área auricular y ocular en las cerdas sin enfriamiento durante la mañana. Sin embargo, debido a que las cerdas son alimentadas una sola vez al día (0800 h), se especula que el incremento de calor se exacerbó por la ingesta de alimento y la digestión.

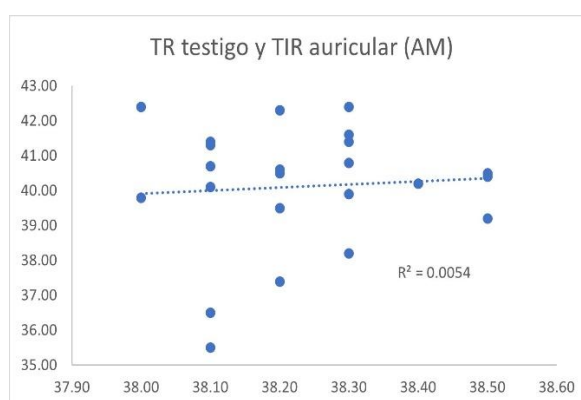
Cuadro 1. Constantes fisiológicas en condiciones de confort y estrés por calor

Constante fisiológica	Hora	Testigo	Enfriamiento	Valor de <i>P</i>
Frecuencia cardíaca (FC)	AM	57.84 ± 1.84	59.73 ± 4.43	0.053
	PM	60.41 ± 5.06	59.09 ± 5.07	0.388
Frecuencia respiratoria (FR)	AM	52.19 ± 10.39	44.75 ± 8.29	0.005
	PM	53.96 ± 14.54	52.29 ± 14.49	0.667
Temperatura rectal (TR)	AM	38.07 ± 0.35	38.24 ± 0.14	0.202
	PM	38.42 ± 0.33	38.51 ± 0.34	0.241
Termografía infrarroja (TIR)				
Nasal	AM	36.07 ± 3.01	35.94 ± 2.84	0.710
	PM	39.32 ± 1.79	39.52 ± 1.80	0.889
Auricular	AM	41.48 ± 0.88	39.93 ± 1.84	0.003
	PM	42.46 ± 0.90	42.41 ± 0.63	0.801
Ocular	AM	40.24 ± 0.96	39.36 ± 1.52	0.015
	PM	41.27 ± 1.26	41.25 ± 1.48	0.920

Las gráficas (1-4) muestran los coeficientes de determinación relevantes entre la temperatura rectal y la temperatura infrarroja auricular, nasal y ocular. Durante la mañana, para los animales sin enfriamiento (Gráfica 1), el coeficiente de determinación que mejor explica la variación de la TR fue la TIR ocular ($R^2= 0.30$). Esto sugiere que la medición ocular mediante TIR puede ser un método no invasivo pero con limitaciones en precisión si se utiliza como único indicador de temperatura superficial. En contraparte, cuando las cerdas fueron enfriadas, no se encontró una relación alguna entre la TR y la TIR de la zona auricular, nasal y ocular (Gráfica 2). Por tanto, en esta condición, la determinación de la temperatura central no puede ser estimada con la TIR superficial de las áreas evaluadas. Por otra parte, para las cerdas que no recibieron enfriamiento durante la tarde, se observó que el mayor coeficiente de determinación ($R^2=0.44$) fue entre la TR y la TIR ocular (Gráfica 3). En cambio, cuando las cerdas recibieron enfriamiento, el mayor coeficiente de determinación ($R^2= 0.43$) se observó entre la TR y la nasal (Gráfica 4). Estos resultados se concuerdan con lo reportado en la literatura, donde se

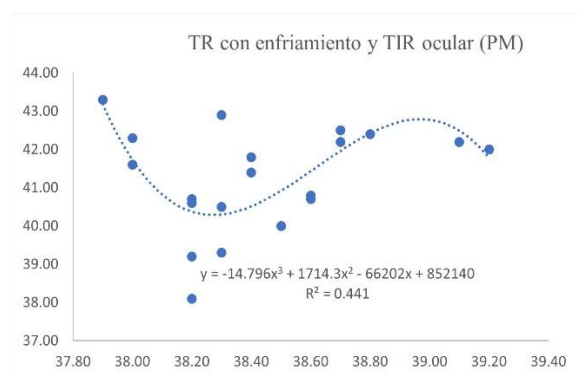


Gráfica 1. Tendencia positiva moderada entre la TR testigo y la TIR ocular.

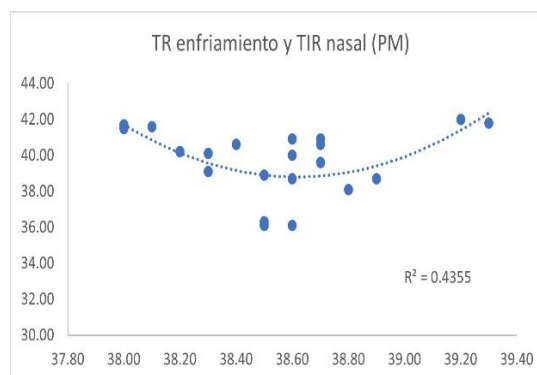


Gráfica 2. Tendencia nula entre la TR de cerdas con enfriamiento y la TIR auricular.

ha observado que la precisión de la termografía varía con la región anatómica utilizada (Casas-Alvarado et al., 2022). Se ha señalado que la superficie ocular, particularmente la córnea, presenta menor irrigación sanguínea, lo que favorece que los cambios térmicos se detecten con mayor precisión mediante TIR, empleando esta medida como un buen indicador para evaluaciones clínicas. Por el contrario, la parte auricular del animal, como se observó en este estudio (Gráfica 2), ha demostrado ser una ubicación menos adecuada para estimar la temperatura corporal interna con termografía, dado que factores como la exposición al ambiente, la variabilidad anatómica y la menor consistencia térmica afectan la precisión de las



Gráfica 3. Tendencia positiva entre la TR de cerdas sin enfriamiento y la TIR ocular.



Gráfica 4. Tendencia positiva entre la TR de cerdas con enfriamiento y la TIR nasal.

mediciones (Gómez-Prado et al., 2022). Estos hallazgos permiten esclarecer la relación de la temperatura rectal y la TIR de regiones anatómicas que permiten la recopilación de datos fisiológicos. Esta tecnología permite obtener imágenes térmicas (o termogramas) que facilitan



la elaboración de mapas de temperatura de la superficie corporal, lo que a su vez facilita la predicción de los intercambios de calor y permite entender cómo el cerdo utiliza distintas zonas de superficie corporal para disipar el calor.

La termografía infrarroja representa una alternativa no invasiva para estimar la temperatura corporal en cerdas sometidas a estrés por calor, especialmente en la región ocular bajo un sistema de enfriamiento rudimentario. Y se debe considerar que su precisión varía con la región anatómica y las condiciones ambientales.

Literatura citada

- Knox, R.V. Review: Swine fertility in a changing climate. 2024. *Animal Reproduction Science*, Volume 269, 2024, 107537. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2024.107537>.
- Wongsaengchan, C., McCafferty, D.J., Lennox, K., Nager, R.G. and McKeegan, D.E.F. 2023. Non-invasive assessment of positive affective state using infrared thermography in rats. *Animal Welfare*, 32, e66, 1–15 <https://doi.org/10.1017/awf.2023.87>
- Leite, R.F., Rodrigues, L.A., Freitas Neto, M.A., Nogueira, F.R.B., Lima, J.D.S., Souza, B.B., Miranda Neto, E.G. 2022. Principles and cautions in the infrared thermography application in sheep. *Multidisciplinary Reviews* 5: e2022001.
- Mota-Rojas, D., Napolitano, F., Braghieri, A., Guerrero-Legarreta, I., Bertoni, A., Martínez-Burnes, J., Cruz-Monterrosa, R., Gómez, J., Ramírez-Bribiesca, E., Barrios-García, H., José, N., Álvarez, A., Mora-Medina, P., Orihuela, A. 2021. Thermal biology in river buffalo in the humid tropics: neurophysiological and behavioural responses assessed by infrared thermography. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology* 9:2103.
- Tattersal, G.J. 2016. Infrared thermography: A non-invasive window into thermal physiology. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* 202:78-98.
- NOM-062-ZOO-1999. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio.
- St-Pierre, N. R., B. Cobanov, y G. Schnitkey. 2003. Economic losses from heat stress by US livestock industries. *Journal of Dairy Science*, 86: E52-E77.
- Casas-Alvarado A, Martínez-Burnes J, Mora-Medina P, Hernández-Avalos I, Domínguez-Oliva A, Lezama-García K, Gómez-Prado J, Mota-Rojas D. 2022. Thermal and Circulatory Changes in Diverse Body Regions in Dogs and Cats Evaluated by Infrared Thermography. *Animals (Basel)*. Mar 20;12(6):789. doi: 10.3390/ani12060789
- Gómez-Prado, J., Pereira, A.M.F., Wang D., Villanueva-García, D., Domínguez-Oliva, A., Mora-Medina, P., Hernández-Avalos, I., Martínez-Burnes, J., Casas-Alvarado, A., Olmos-Hernández, A., Ramírez-Necoechea, R., Verduzco-Mendoza, A., Hernández, A., Torres, F. and Mota-Rojas, D. 2022. Thermoregulation mechanisms and perspectives for validating thermal windows in pigs with hypothermia and hyperthermia: An overview. *Front. Vet. Sci.* 9:1023294. doi: 10.3389/fvets.2022.1023294



EVALUACIÓN DE PROTEÍNA Y CASEÍNA EN LECHE DE BÚFALA DURANTE EL PRIMER PERIODO DE LACTANCIA

EVALUATION OF PROTEIN AND CASEIN IN BUFFALO MILK DURING THE FIRST PERIOD OF LACTATION

J. Godoy Ayala^{1*}; J. Y. Higuera León^{1*}; M. A. Cabrera cruz¹; R. Encinas Fregoso¹; G. Joya Dávila¹; U. Rosas Valencia²; A. Muñoz Cuautle³

¹Universidad Autónoma de baja california, ICA-UABC. Carretera a Delta/Oaxaca s/n, Ejido Nuevo León, Valle de Mexicali, B.C. C.P. 21705. ²Colegio de postgraduados- Campus montecillo. Carretera Federal México-Texcoco Km. 36.5 Montecillo, Texcoco de Mora, Estado de México. ³Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Calle 4 sur 104, edificio carolino, col. Centro CP. 72000, Puebla.

Resumen

La caseína tiene gran influencia en la composición de la leche en relación con su capacidad de coagulación, tiempo de formación del cuajo y vigor del coágulo en la producción de queso para consumo humano. Se analizó la leche de 20 búfalas de la razas Mediterránea y Buffalypso en el primer periodo de lactación. El análisis de la proteína y caseína total se llevó a cabo mediante el equipo MilkoScan™ FT2, los datos obtenidos se analizaron por medio de un análisis descriptivo. La cantidad de proteína presente en la leche de búfala al inicio de la lactación presentó una media de 4.55 ± 0.380 g/100g de leche, en tanto que los de caseína fueron de 3.67 ± 0.320 g/100g de leche, conocer los niveles de caseína total en la leche es de suma importancia pues un incremento de su contenido puede derivar en un mayor rendimiento del producto para la elaboración de derivados lácteos. Palabras clave: Proteína, Caseína, Calidad.

Abstract

Casein has a significant influence on milk composition, including coagulation capacity, rennet formation time, and coagulum vigor, in the production of cheese for human consumption. The milk of 20 buffaloes of the Mediterranean and Buffalypso breeds was analyzed during the first



lactation period. Protein and total casein analysis was performed using the MilkoScan™ FT2 system, and the data obtained were analyzed using descriptive analysis. The protein content in buffalo milk at the beginning of lactation averaged 4.55 ± 0.380 g/100 g of milk, while the casein content was 3.67 ± 0.320 g/100 g of milk. Knowing the total casein content in milk is of utmost importance, as increasing its content can lead to higher product yields for the production of dairy products. Keywords: Protein, Casein, Quality.

Introducción

La leche de búfala cuenta con un alto valor nutricional, presenta un excelente rendimiento durante la elaboración de productos como queso y yogurt en comparación con los obtenidos de la leche de vaca, siendo esta una de las características más importantes de sus características (Patiño *et al.*, 2008). Dicho rendimiento puede ser atribuido al alto contenido de minerales con el que cuenta, los cuales son importantes pues de ellos depende la estabilidad al calor y capacidad de coagulación de la leche, este contenido puede variar por diferentes factores como son raza, periodo de lactancia, clima, estación del año y alimentación (Rodríguez *et al.*, 2001). Sin embargo, la leche de búfala comparada con la leche de vaca no solo presenta un mayor contenido de minerales, sino también de grasa, proteína y lactosa (Ahmad *et al.*, 2008), dándole con esto un alto valor nutricional y comercial. La leche de búfala presenta una alta cantidad de proteína en comparación con otras especies. Las proteínas juegan un papel muy importante en el organismo, pues son responsables de proporcionar aminoácidos esenciales, los cuales cumplen funciones de mantenimiento, reparación y crecimiento de los tejidos; síntesis de proteínas, enzimas, hormonas, etc. (Boza *et al.*, 1992). De la proteína presente en la leche de búfala cerca del 80 % son caseínas y el 20 % restantes son proteínas de suero con presencia de proteínas menores (Ahmad *et al.*, 2013) La mayoría



de la caseína presente se encuentra en forma de micelas (Ganguli, 1979), la leche de búfala es muy utilizada por su rendimiento en la elaboración de yogures y quesos, el tamaño y estructura de estas micelas determinan la producción y calidad del coágulos para la fabricación del queso mozzarella, la leche de búfala presenta una mayor concentración de β y κ caseína en comparación con la de vaca, lo cual genera un mayor rendimiento en la elaboración de quesos. La caseína de la leche de búfala presenta similitud en la secuencia de los aminoácidos de hasta el 95 % en comparación con la leche de vaca, es deficiente en ácido siálico y rica en calcio coloidal. Por todo lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue determinar la cantidad de proteína y caseína presente en la leche de búfala como parámetro para mejorar la calidad de le leche de búfala producida en México.

Materiales y métodos

La presente investigación se llevó a cabo en el municipio de Hidalgotitlán, Veracruz. Se analizaron un total de 20 animales de la raza Mediterránea y Buffalypso al inicio de la lactación, correspondiente al mes de noviembre. Las muestras de leche fueron colectadas por medio de ordeña manual en frascos estériles con capacidad de 50 mL. Estas muestras fueron colocadas en hieleras con geles refrigerantes para su conservación, posteriormente se colocaron a una temperatura de 4 °C, con la finalidad de mantener las propiedades fisicoquímicas de la leche. Las muestras fueron analizadas 24 h después del muestreo, para el análisis de la proteína y caseína se utilizó el equipo MilkoScan™ FT2 considerando las especificaciones del proveedor. Las muestras fueron colocadas a temperatura ambiente durante 15 min, posteriormente se garantizó la dilución de la muestra por medio de baño maría a 30 °C durante 10 min, apoyado en un termómetro de mercurio para garantizar las condiciones de temperatura. El análisis de las muestras se realizó de forma directa, utilizando un volumen aproximado de 20 mL. Los



datos obtenidos fueron analizados por medio del paquete estadístico SAS (2003), obteniendo estadísticos descriptivos por medio del análisis PROC GLM. Así mismo, se determinó la normalidad de los datos utilizando de la prueba de Shapiro Wilks.

Resultados y discusión

En cuanto a la composición de la leche, se encontró que la cantidad de proteína presente al inicio de la lactación mostró una media de 4.55 ± 0.380 g.100g de leche, con un coeficiente de variación de 8.36%; con valores mínimos y máximos de 3.88 g/100g de leche y 5.31 g/100g de leche, respectivamente, y una distribución normal $W=97$ (Shapiro Wilks). Así mismo, los niveles de caseína presentaron una media de 3.67 ± 0.320 g/100g con un coeficiente de variación de 8.74%, arrojando una distribución normal $W=97$ (Shapiro Wilks) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valores descriptivos para las variables de proteína y caseína

Variable	Observaciones	Media	Desviación Estándar	Error Estándar	Mínimo	Máximo
Proteína	28	4.55	0.380	0.071	3.880	5.310
caseína	28	3.67	0.320	0.060	2.920	4.230

Se obtuvo una respuesta cuantitativa de las observaciones obtenidas en el muestreo, mostrando valores muy semejantes a la media, con varianza muy reducida, lo cual permite suponer que al inicio de la lactación las búfalas presentan una respuesta homogénea en la síntesis de proteína y caseína en la leche (Cuadro 2).

El nivel de proteína obtenidos en la leche de búfalo coincide con los valores reportados por Ren *et al.* (2015), superando a Arteaga *et al.* (2017) con 4.0 g/100 g de leche y quedando por debajo de Zhou *et al.* (2018) quienes reportaron hasta 4.92 g/100 g de leche. La cantidad de



proteína puede verse afectada por diferentes factores, entre ellos, el periodo de lactancia, edad del animal, número de parto y alimentación (Guevara *et al.*, 2014). Los resultados obtenidos mostraron una desviación estándar baja, esto nos indica que existe uniformidad en la cantidad de proteína presente en la leche de búfala durante el primer periodo de lactancia, lo que puede deberse a que los animales correspondieron al mismo hato con condiciones similares en cuanto a alimentación y manejo. Los resultados obtenidos presentan una desviación estándar baja, siendo ligeramente superiores (3.63 g/100 g de leche) comparados con la leche de vaca (3.3 g/100g de leche) según lo descrito por Guevara *et al.* (2014).

Cuadro 2. Valores de tendencia central y dispersión para las variables de proteína y caseína

Variable	Media	Mediana	Moda	Varianza
Proteína	4.55	4.56	4.45	0.144
Caseína	3.67	3.70	3.67	0.102

Los valores obtenidos durante el primer periodo de lactación en cuanto a la proteína y caseína total fueron similares a los reportados por otros autores, que podrían mejorarse, considerando que aún no se cuenta con un programa de mejoramiento y manejo del búfalo para la producción de leche en México. Así mismo, al ser estos valores adecuados para la especie, indica que las razas establecidas en el país tienen un excelente potencial productivo.

Literatura citada

Ahmad, S., F. M. Anjum, F.M., Huma, N., Sameen, A., and Zahoor, T. (2013). Composition and physico-chemical characteristics of buffalo milk with particular emphasis on lipids, proteins, minerals, enzymes and vitamins. *Journal of Animal and Plant Sciences* .23 (1):62–74.



- Ahmad, S., Gaucher, I., Rousseau, F., Beaucher, E., Piot, M., Grongnet, F.G., Gaucheron, F. (2008). Effects of acidification on physico-chemical characteristics of buffalo milk: A comparison with cow's milk. *Food Chemistry*. (106):11–17.
- Arteaga, R.M, Vélez, G.I. (2017). Evaluación Fisicoquímica de la Leche De Búfala Producida En El Departamento De Córdoba. *Revista ingeniería e innovación*. 5(2):1-11.
- Boza, P.J.J., Espinosa, C., Jiménez, J., Boza, L.J. (1992). Importancia de los Alimentos de Origen Animal en la dieta humana. *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental*. (4):105-122.
- Ganguli NC. 1979. Tecnología de la leche de búfala. *Revista mundial de zootecnia*. 30:2–10.
- Guevara, G. L. A., Cuartas, C. D. A., Llano, N. F. (2014). Kappa caseína de la leche: aspectos bioquímicos, moleculares, productivos y nutricionales. *Revista Médica de Risaralda* , 20 (1), 29-33.
- Patiño, E.M., Crudeli, G.A., Couto A.G., Mendes J.A. (2008) *Lechería Bubalina*. Moglia S.R.L. Corrientes, Argentina. 197 págs.
- Ren, D.X., Zou, C.X., Lin, B., Cheng, Y.L., Liang, X.W., Liu, J.X. (2015). A Comparison of Milk Protein, Amino Acid and Fatty Acid Profiles of River Buffalo and Their F1 and F2 Hybrids with Swamp Buffalo in China. *Pakistan Journal of Zoology*. 47(5):1459-1465.
- Rodríguez, E. M., Sanz, A. M., Díaz, R. C. (2001). Mineral concentration in cow's milk from the Canary Island. *The Journal of Food Composition and Analysis*. 14: 419-430.
- Zhou, L., Tang, Q., Iqbal, M.W., Xia, Z., Huang, F., Li, L., Liang, M., Lin, B., Qin, G., and Zou, C. (2018). A comparison of milk protein, fat, lactose, total solids and amino acid profiles of three different buffalo breeds in Guangxi, China. *Italian Journal of Animal Science*. 17(4):873-878.



CAMBIOS EN LOS PATRONES DE CONSUMO DE CARNE EN MÉXICO TRAS LA PANDEMIA DE COVID-19: IMPACTO EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PECUARIA REGIONAL

POST-COVID-19 PANDEMIC CHANGES IN MEAT CONSUMPTION PATTERNS IN MEXICO: IMPLICATIONS FOR THE REGIONAL LIVESTOCK PRODUCTION SYSTEM

M. López-Romero¹; U. Macias-Cruz²; A.R. Muñoz Madrid²; S.S. Alva Ruiz³; L. Avendaño-Reyes¹; E. Nemesio¹; J.A. Roque-Jiménez^{1*}

¹ Escuela de Administración y Negocios, CETYS Universidad, Campus Mexicali, Mexicali, B.C., México.

² Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C. México. ³ Instituto Tecnológico Autónomo de México, Ciudad de México. México

Resumen

El objetivo de este trabajo fue analizar los cambios en los patrones de consumo de carne de res, pollo y cerdo en México en el periodo previo, durante y posterior a la pandemia de COVID-19 y discutir sus implicaciones para los sistemas regionales de producción pecuaria. Se emplearon microdatos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) para estimar un modelo de elasticidad ingreso-gasto con controles sociodemográficos y regionales, utilizando errores estándar robustos. Los resultados mostraron que la carne de res mantiene su carácter de bien superior. El pollo actúa como bien normal y amortiguador frente a choques de ingreso y precios, mientras que el cerdo ocupa una posición intermedia, sensible al perfil del hogar y a los precios relativos. Los hallazgos evidencian la dislocación entre producción y consumo, destacando la necesidad de políticas logísticas y de conectividad que fortalezcan la seguridad alimentaria.

Abstract

This study aimed to analyze changes in beef, chicken, and pork consumption patterns in Mexico before, during, and after the COVID-19 pandemic and discuss their implications for regional livestock production systems. Microdata from the National Household Income and Expenditure Survey (ENIGH) were used to estimate an income-expenditure elasticity model with



sociodemographic and regional controls, using robust standard errors. The results show that beef maintains its status as a superior good. Chicken acts as a normal good and buffers against income and price shocks, while pork occupies an intermediate position and is sensitive to household profiles and relative prices. The findings highlight the dislocation between production and consumption, emphasizing the need for logistics and connectivity policies that strengthen food security.

Introducción

La pandemia de COVID-19 transformó los patrones de consumo alimentario y generó nuevas tensiones en las cadenas agroalimentarias. En México, la proteína animal representa el principal gasto en alimentos de los hogares, por lo que constituye un indicador clave para evaluar la resiliencia y vulnerabilidad de los sistemas de consumo y producción (INEGI, 2022). Aunque los precios y el ingreso son determinantes fundamentales del consumo, la evidencia reciente muestra que factores sociodemográficos, nivel educativo, género de la jefatura y características regionales desempeñan un papel igualmente relevante (Mckenzie, 2001; López-Romero et al., 2025a). Desde una perspectiva microeconómica, el consumo de proteína animal refleja la ley de Engel y la heterogeneidad de las elasticidades de demanda. La carne de res se comporta como un bien superior, asociado a ingresos altos y prestigio social; el pollo, como un bien normal, actúa como amortiguador frente a choques de ingreso y precios; mientras que el cerdo ocupa una posición intermedia, sensible a precios relativos, riesgos sanitarios e innovaciones logísticas (Hocquette, 2023).

Durante 2018–2024, los precios de la res, el pollo y el cerdo aumentaron 29 %, 40 % y 28 %, respectivamente (SIAP, 2019–2024). No obstante, el gasto en carne creció por encima de los precios, lo que sugiere que las decisiones de los hogares estuvieron guiadas por prioridades



nutricionales y sustituciones intra-proteína. Al mismo tiempo, se acentuó la dislocación entre producción y consumo: México es autosuficiente en carne de res (coeficiente superior al 109 % y exportaciones crecientes), pero mantiene déficits en pollo (850 mil toneladas) y cerdo (580 mil toneladas). En consecuencia, el consumo de pollo se consolidó como la principal fuente de proteína (3.72 a 4.69 Mt), duplicando al de res (1.92 Mt) y superando al cerdo (2.03 Mt). Estas diferencias reflejan patrones duales: Hogares de menores ingresos sustituyen res por pollo, mientras los de ingresos altos mantienen la demanda de res, relativamente inelástica y asociada al estatus. Asimismo, se observan desigualdades territoriales: el Noroeste mostró mayor vulnerabilidad por su dependencia de insumos importados y transporte de larga distancia, en contraste con la industria avícola, más resiliente gracias a su integración vertical y ciclos cortos de producción. En este contexto, el objetivo de la investigación es evaluar las fluctuaciones en el consumo de carne en México durante el periodo postpandemia, analizar los factores sociodemográficos que las explican, y sus implicaciones para los sistemas regionales de producción pecuaria.

Materiales y métodos

El análisis se fundamenta en microdatos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH), levantada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en los años 2018, 2020 y 2022. Esta fuente ofrece información detallada sobre el ingreso, el gasto y las características sociodemográficas de los hogares, lo que permite estudiar la evolución del consumo de proteína animal antes, durante y después de la pandemia de COVID-19. La unidad de análisis es el hogar, definido como el conjunto de personas que habitan en una misma vivienda y comparten gastos, en particular de alimentos.



Se consideraron más de 250 mil observaciones distribuidas en los tres levantamientos (74,647 hogares en 2018; 89,006 en 2020; y 90,102 en 2022). Todas las cifras fueron deflactadas y expresadas en pesos constantes de 2022, garantizando comparabilidad temporal. Además de las variables económicas, la base contiene información clave como género y nivel educativo del jefe o jefa de hogar, tamaño del hogar, composición etaria (presencia de menores de 11 años o adultos mayores de 65), y condición laboral (existencia de al menos un asalariado). Para capturar heterogeneidades territoriales, se incorporó la clasificación regional del INEGI en ocho regiones: Noroeste, Noreste, Occidente, Centro-Norte, Centro-Sur, Este, Suroeste y Sureste.

Se implementó un modelo de regresión lineal múltiple de corte transversal con forma log-log, que permite interpretar los coeficientes como elasticidades ingreso-gasto. En cada periodo (2018, 2020, 2022) se estimaron tres ecuaciones independientes:

$$\log(\text{consumo}_{it}^m) = \alpha + \beta \log(\text{ingreso}_{it}) + \gamma X_{it} + \delta R_{it} + \epsilon$$

donde:

- *Consumo* es el gasto en carne de res, pollo o cerdo del hogar *i* en el año *t*;
- *Ingreso_{it}* representa el ingreso total del hogar;
- *X_{it}* incluye variables sociodemográficas (género, educación, tamaño, composición etaria, asalariados);
- *R_{it}* corresponde a variables regionales (dummies para las ocho regiones);
- *E* es el término de error.

El uso de la forma logarítmica facilita la interpretación de elasticidades y reduce la heterocedasticidad. Aun así, se detectó heterocedasticidad significativa mediante la prueba de Breusch-Pagan, por lo que las estimaciones se realizaron con errores estándar robustos. Asimismo, para garantizar la correcta interpretación en porcentajes de los coeficientes de variables dicotómicas, se aplicó la transformación exponencial para una correcta interpretación de los resultados de las variables dicotómicas.



Resultados y discusión

Los resultados del modelo, estimado con errores estándar robustos, muestran cambios significativos en la elasticidad ingreso-gasto de la carne en México antes, durante y después de la pandemia. En el periodo prepandemia (2018), un aumento de 1% en el ingreso de los hogares se asoció con un incremento de 19% en el gasto en res y 21.2% en pollo, mientras que el cerdo no mostró significancia estadística. La res se confirma como bien superior, consumida de manera más intensa en quintiles altos, mientras que el pollo se consolida como bien normal y sustituto intraproteína. Durante la pandemia (2020), las elasticidades cambiaron: un aumento de 1% en el ingreso elevó el gasto en res (21.9%), pollo (16.6%) y cerdo (5.5%). El pollo ganó relevancia en hogares encabezados por mujeres (+6.1%) y en aquellos con menores de 11 años (+4.5%), lo que confirma su papel amortiguador frente a choques de ingreso y precios. Por el contrario, el cerdo presentó caídas en varios deciles, reforzando su carácter intermedio y más vulnerable a percepciones de salud y riesgo sanitario. En la etapa postpandemia (2022), la res mantuvo su condición de producto premium, con elasticidad de 20.4%, concentrada en quintiles altos (Q5: +55%). El pollo continuó como la principal fuente de proteína en hogares de ingresos medios (Q2–Q3: +20–25%), mientras que el cerdo se recuperó en quintiles intermedios (+21% en Q3). A nivel sociodemográfico, los hogares grandes (≥ 4 miembros) aumentaron en 40% su gasto en pollo y 28% en res, mientras que los hogares con adultos mayores mostraron un repunte en los tres tipos de carne. Desde el punto de vista regional, el Occidente se consolidó como un *hub* de consumo y producción: la elasticidad del gasto en res alcanzó +92%, mientras que el consumo de pollo y cerdo mostró caídas relativas (–48% y –40%). En contraste, el Noroeste evidenció vulnerabilidad: aunque el gasto en res creció (+22%), la dependencia de insumos importados y los altos costos logísticos



redujeron la estabilidad del consumo. Estas diferencias corroboran que la resiliencia del sistema cárnico depende no solo de la producción, sino de la eficiencia logística y la integración vertical.

Tabla 1. Elasticidad del consumo de los tres tipos de carne con respecto a la variación del ingreso de los hogares 2018-2022

Variables ¹	2018	2020	2022
Res	0.190*** (0.027)	0.219*** (0.025)	0.204*** (0.029)
Pollo	0.212*** (0.022)	0.166*** (0.026)	0.156*** (0.022)
Cerdo	0.022 (0.018)	0.055*** (0.017)	0.040** (0.017)

¹Coeficientes con errores robustos; ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.10.

En síntesis, los hallazgos confirman tres hechos estilizados: (1) heterogeneidad por especie —res como bien superior, pollo como amortiguador y cerdo en posición intermedia—; (2) fuertes disparidades territoriales con Occidente como nodo estratégico y Noroeste como vulnerable; (3) impacto diferencial de género, educación y tamaño del hogar en la elección proteica. Estos resultados aportan evidencia empírica para diseñar políticas que reduzcan asimetrías logísticas y garanticen seguridad alimentaria pos epidemia de COVID-19.

Literatura citada

- Hocquette, J.-F. (2023). Consumer perception of livestock production and meat consumption: An overview of the special issue “Perspectives on consumer attitudes to meat consumption.” *Meat Science*, 200, 109163. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109163>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2022). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2022*. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh>
- López-Romero, M., Alva-Ruiz, S. S., Macías-Cruz, U., & Roque-Jiménez, J. A. (2025). Regional analysis of household income and milk spending during the COVID-19 pandemic in Mexico. *COVID*, 5(4), 43. <https://doi.org/10.3390/covid5040043>
- Mankiw, N. G. (2016). *Principles of microeconomics* (8.^a ed.). Cengage Learning.
- Guerrero, S., Juárez, M., Sámano, D., Kochen, F., & Puigvert, J. (2016). Price transmission in food and nonfood product markets: Evidence from Mexico (Banco de México Working Paper No. 2016-18). Banco de México.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2024). *Expectativas agroalimentarias 2024*. Ciudad de México: SIAP. <https://www.gob.mx/siap>



CAMBIO CLIMÁTICO Y PRODUCCIÓN GANADERA

CLIMATE CHANGE AND LIVESTOCK PRODUCTION

G. Juárez Corral
Universidad Juárez del Estado de Durango

Resumen

El cambio climático global tiene repercusiones sociales, económicas y en los recursos naturales. Es producto de las altas emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), emitidas por actividades antropogénicas y en forma natural. Esto ha llevado a un Incremento de la temperatura y presencia irregular de precipitaciones pluviales. Se recolectó e integró información relevante a la materia de estudio los informes y evaluaciones de instituciones internacionales y nacionales. El objetivo fue identificar y revisar la participación de la ganadería en el cambio climático. La ganadería es parte de este problema y sufre las consecuencias. El impacto de la sequía se percibe en la reducción del forraje disponible y en la mortandad. Las altas temperaturas causan estrés calórico que afectan la nutrición, fertilidad y bienestar del ganado; aumenta la frecuencia cardíaca, la temperatura corporal y la respiración del animal.

Abstract

Global climate change has social, economic, and natural resource repercussions. It is a result of high greenhouse gas (GHG) emissions, both from anthropogenic and natural activities. This has led to an increase in temperature and irregular rainfall. Information relevant to the subject of study was collected and integrated with reports and assessments from international and national institutions. The objective was to identify and review the role of livestock in climate change. Livestock farming is part of this problem and suffers its consequences. The impact of drought is seen in the reduction of available forage and mortality. High temperatures cause heat



stress that affects livestock nutrition, fertility, and well-being; it increases heart rate, body temperature, and respiration.

Introducción (material, método y objetivo)

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

El cambio climático ha tenido impactos económicos, en la salud humana y en la sanidad animal. Además, repercusiones en la producción ganadera, ante la presencia de sequías prolongadas y precipitaciones pluviales irregulares, que provocan mortandad y bajo peso del ganado. La producción ganadera emite GEI, formando parte del problema ambiental y sufriendo las consecuencias. Se registraron más de 43 millones de toneladas de CO₂ por año (Jurado et. al., 2022).

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

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

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

Antecedentes (marcos internacional y nacional del cambio climático)

Se considera que la principal causa del cambio climático son las emisiones de GEI. Incluyen el calentamiento global y el efecto invernadero. Los GEI atrapan el calor en la atmósfera y la temperatura media aumenta en las zonas de vida del planeta. Los GEI en la atmósfera (como



el Dióxido de Carbono (CO_2), el Metano (CH_4), el Óxido Nitroso (N_2O), entre otros, absorben y reemiten la radiación, evitado su salida al espacio.

Lo anterior repercute en cambios en los patrones climático (temperatura, lluvia, viento) y genera alteraciones negativas a la vida de los seres humanos y animales. Alteraciones como sequías prolongadas, cambios en el ciclo de lluvias y eventos extremos. Es así que, en 1992, la Organización de las Naciones Unidas (ONU), creó un organismo que denominó Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), para mitigar los GEI, sobre todo las emitidas por actividades antropogénicas (México ante el cambio climático (s/a). Para el año 2005 la CMNUCC entró en operación y estableció las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (CND). Que constituyeron los compromisos de los países firmantes para reducir los GEI y promover el desarrollo sustentable (SEMARNAT, 2016).

De igual forma, en 2016 se pactó el Acuerdo de Paris, que además de reducir las emisiones de los GEI, se pretendía limitar el aumento de la temperatura global entre 1.5°C y 2.0°C (ONU, s/a). En el año 2015, la Cumbre de la Naciones Unidas aprobó la denominada Agenda 2030, que se integró con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas. En ellos se encuentran los relativos a responder al cambio climático y mantener los recursos naturales (FAO, 2020).

Los esfuerzos internacionales y nacionales ante el cambio global no han tenido los efectos deseados. Así, de 2015 a 2022 el crecimiento mundial de CO_2e fue de casi 5%. En México en el mismo periodo el crecimiento llegó a poco más de 6%, constituyendo el 1.37% de las emisiones globales (Global Atlas de Carbono, s/a). Con ello ocupa el lugar 11 del ranking de los países emisores (STATISTA, 2022). Aunque el principal GEI es el Dióxido de Carbono (CO_2). Para el caso de la ganadería destacan dos: Metano CH_4 y Óxido Nitroso N_2O .



Resultados y discusión

En México los bovinos de carne emitieron poco más de 43 millones de toneladas de CO₂e por año. Si existía una población de 36 millones de cabezas para el año de 2022 (SIAP, 2022), entonces, se emitieron más de una tonelada de CO₂e por cabeza ese año (Jurado et. al., 2022). Las emisiones del metano (CH₄) son producidas por la fermentación entérica de los rumiantes. Se estimó que la emisión de metano fue de más de 85 millones de toneladas, en 2022. Lo que incrementó un 20% respecto del año 2000. Representó el 42.2% del total nacional para el año 2022, casi la mitad de este gas en el país. Además, su crecimiento entre 1990 y 2022, fue de 15.6%. (SEMARNAT-INECC, s/a).

Las altas temperaturas afectan la nutrición, fertilidad y bienestar del ganado. Ello provocado por el estrés calórico, que aumenta la frecuencia cardiaca, la temperatura corporal y la respiración del animal. La CONAGUA y el SMN (Reportes anuales 2015-2021), reportaron temperaturas entre 1 °C y 1.5 °C por encima de la media, entre 2015 y 2021. Cada año desde 1991, se han alcanzado registros nuevos de calentamiento de las aguas de los océanos. Entre los años 2015 al 2021, se reportaron los valores más altos de temperatura ambiental.

El costo solo por inundaciones afirmó el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2018), sería aproximadamente de 130 millones de dólares por año. Además, de la presencia de enfermedades en la población humana como el dengue, enfermedades gastrointestinales y las provocados por el golpe de calor.

Existen diversas alternativas de mitigación de GEI y adaptación al cambio climático para lograr en el mediano y largo plazos una ganadería sostenible. Dichas alternativas son las siguientes: alimentación estratégica (nutrición); manejo eficiente de la genética y reproducción animal; ajuste de la carga animal en los agostaderos (evitar el sobre pastoreo); Sistema de Ganadería



Silvopastoril; incremento de la productividad ganadera; mercados de carbono. Conforme a la Plataforma Mexicana de Carbono es necesario promover proyectos de captura de carbono. Además, de biodigestores; rellenos sanitarios y reforestación; obtención de crías, a partir de parámetros genéticos de mayor resistencia a las extremidades y cambios climáticos, para conseguir una mayor resiliencia (INECC, 2013).

La ganadería contribuye con el problema global referido al cambio climático y sufre los impactos que este fenómeno conlleva. Las alternativas existen y se debe buscar una coordinación entre los sectores público y privado, así como, con la academia para desarrollar proyectos de una ganadería sostenible. En caso contrario dichas alternativas serían una asignatura pendiente.

Literatura citada

- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y Servicio Meteorológico Nacional (SMN) (2022). Reporte del clima en México. (Reportes anuales 2015-2021). Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional Gerencia de Meteorología y Climatología Subgerencia de Pronóstico a Mediano y Largo Plazo. Consultado en <https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Climatolog%C3%ADa/Diagn%C3%B3stico%20Atmosf%C3%A9rico/Reporte%20del%20Clima%20en%20M%C3%A9xico/Anual2015.pdf>.
- Global Atlas de Carbono (s/a). consultado en <https://globalcarbonatlas.org/emissions/carbon-emissions/>
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) (2013). Lanzamiento de México CO2, Plataforma Mexicana de Carbono. 26 de noviembre de 2013; consultado en <https://www.gob.mx/inecc/prensa/lanzamiento-de-mexico-co2-plataforma-mexicana-de-carbono#:~:text=La%20Plataforma%20Mexicana%20de%20Carbono,natural%20y%20social%20de%20M%C3%A9xico>.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) (2018). Causas del cambio climático. Gobierno de México, 18 de mayo de 2018; consultado en <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/causas-del-cambio->



[climatico#:~:text=Las%20concentraciones%20de%20di%C3%B3xido%20de,cambio%20de%20uso%20del%20suelo.](#)

Jurado, P.; Sosa, G. y Álvarez, A. (2022). Almacén y captura de carbono en ranchos ganaderos. INIFAP, Campo Experimental La Campana, Aldama, Chihuahua.

Organización de las Naciones Unidas (ONU) (s/a). El acuerdo de París. Consultado en <https://www.un.org/es/climatechange/paris-agreement>.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2020). Seguimiento del progreso en los indicadores de los ODS relacionados con la alimentación y la agricultura 2020. Un informe sobre los indicadores bajo la custodia de la FAO.

México ante el cambio climático (s/a). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Consultado en <https://cambioclimatico.gob.mx/convencion-marco-de-las-naciones-unidas-sobre-el-cambio-climatico#:~:text=La%20Convenci%C3%B3n%20Marco%20de%20las,y%20adaptaci%C3%B3n%20al%20cambio%20clim%C3%A1tico>.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2016). Protocolo de Kioto sobre cambio climático. Gobierno de México, 11 de diciembre de 2016. Consultado en <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/protocolo-de-kioto-sobre-cambio-climatico#:~:text=El%20Protocolo%20de%20Kioto%20fue,Unidas%20sobre%20el%20Cambio%20Clim%C3%A1tico>.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (SEMARNAT-INECC, s/a). Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGYCEI). Consultado en <https://www.gob.mx/inecc/documentos/investigaciones-2018-2013-en-materia-de-mitigacion-del-cambio-climatico>.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2022). Población ganadera. Bovinos de carne. SADER, Gobierno de México.

STATISTA (2022). Ranking mundial de los principales países emisores de gases de efecto invernadero en 2022. Consultado en <https://es.statista.com/estadisticas/711610/ranking-mundial-de-los-principales-paises-emisores-de-gases-de-efecto-invernadero/>



**EFFECTOS ECONÓMICOS DE LA DISRUPCIÓN DEL GUSANO BARRENADOR
(*Cochliomyia hominivorax*) EN LA OFERTA DE BOVINOS PARA CARNE EN MÉXICO**
**ECONOMIC EFFECTS OF THE DISRUPTION OF THE SCREWWORM (*Cochliomyia*
hominivorax) ON THE BEEF CATTLE SUPPLY IN MEXICO**

J. A. Godínez Placencia*, J. M. Torres Laveaga

Consultor independiente

Resumen

El objetivo es cuantificar los efectos de la disrupción del gusano barrenador (*Cochliomyia hominivorax*) en la oferta del mercado de bovinos para carne en pie y del mercado de la carne en canal de México, cubriendo un horizonte de proyección de 10 años (2025-2034). La cuantificación se realiza mediante un modelo matemático de simulación dinámica que interconecta los ciclos causa-efecto de la cadena de valor. Considerando un cierre de la frontera de Estados Unidos a las importaciones de becerros y vaquillas desde México por un periodo de nueve meses de 2025 y doce meses de 2026, el efecto económico sería de 9,301 millones de pesos (503 millones de dólares) para 2025 y de 14,276 millones de pesos (772 millones de dólares) para 2026. Si la frontera de Estados Unidos permaneciera cerrada por diez años, el efecto sería de 135,393 millones de pesos (7,319 millones de dólares).

Abstract

The objective is to quantify the effects of the screwworm (*Cochliomyia hominivorax*) disruption on the of the live beef cattle market in Mexico, covering a 10-year projection horizon (2025-2034). The quantification is carried out using a dynamic simulation mathematical model that interconnects the cause-and-effect cycles of the value chain. Considering a closure of the United States border to imports of calves and heifers from Mexico for nine months in 2025 and twelve months in 2026, the economic impact would be 9.301 billion pesos (503 million dollars) in 2025 and 14.276 billion pesos (772 million dollars) in 2026. If the United States border were to remain closed for ten years, the impact would be 135.393 billion pesos (7.319 billion dollars).

Introducción

Justificación. Conocer la magnitud de los efectos económicos en la oferta del mercado de bovinos para carne, por parte de los agentes privados y públicos de la cadena de valor, justifica



las acciones e inversiones públicas y privadas necesarias para volver a erradicar el gusano barrenador de México y Centroamérica.

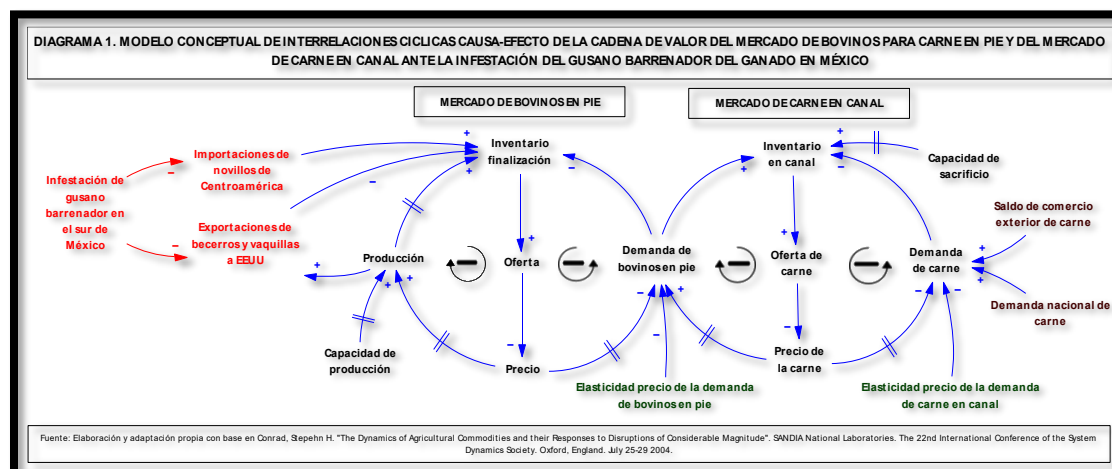
Planteamiento del problema. El problema de medición y proyección de los efectos económicos de la disrupción del gusano barrenador en la cadena de valor de bovinos para carne en México es muy complejo y dinámico. Interactúan inicialmente dos mercados nacionales (bovinos-carne y carne en canal), la complejidad del mercado y las decisiones administrativas del Gobierno Federal de los Estados Unidos y la complejidad de las importaciones a México desde Centroamérica de bovinos vivos para engorda.

Objetivo. Cuantificar los efectos económicos de la disrupción del gusano barrenador (*Cochliomyia hominivorax*) en la oferta del mercado de bovinos para carne en pie en México.

Materiales y métodos

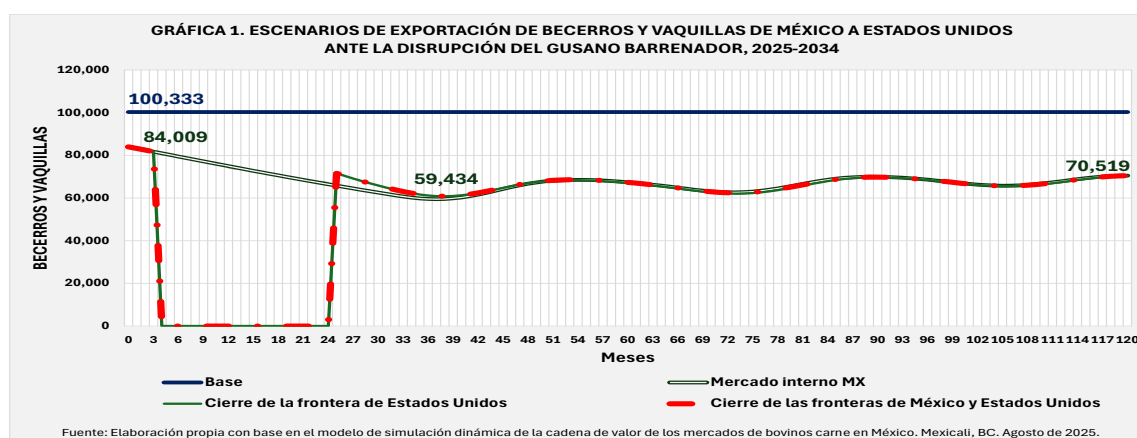
Modelo de dinámica de sistemas de mercados. Dinámica de sistemas proporciona herramientas para combinar la dinámica de los mercados con la dinámica biológica de especies de valor económico como la ganadería, cuyos procesos de producción experimentan fases condicionadas por ciclos biológicos de la especie (y raza) y por especies que actúan como plagas y/o enfermedades (Hamza, K. y Rich, K., 2015). La disrupción del equilibrio dinámico (ver diagrama 1), anterior a la infestación del gusano barrenador en el sur de México, empieza con el cierre de las “exportaciones de becerros y vaquillas a EEUU”, cuyo promedio de 2020 a 2024 fue de 1.2 millones por año (USDA-FAS, agosto 2025), mismos que ahora contribuyen positivamente a incrementar el inventario en los corrales de desarrollo, engorda y finalización en el mercado mexicano de bovinos para carne en pie, lo que presiona el precio de compra a la baja y; a su vez, en el mediano y largo plazo reduce la producción de bovinos en todas las fases de desarrollo. Este es el primer ciclo causal de balance (signo negativo) del mercado de bovinos en pie; mientras, el segundo ciclo de balance (signo negativo también) se establece con la caída del precio de bovino en pie provocando un alza en la demanda, misma que reduce los inventarios excedentes de bovinos en pie finalizados. La velocidad de absorción del excedente anual de becerros y vaquillas depende de la elasticidad precio de la demanda de bovinos para carne en pie, estimada por Callejas y Rebollar, (2021) en -0.17, y de la elasticidad precio de la demanda de carne en canal, estimada por Martínez *et al* (2019) en -0.33.

El modelo matemático se compone de 64 funciones endógenas y de 43 valores de parámetros exógenos. Se utilizó el software especializado VENSIM PLE 10.3.2 (2025).



Resultados y discusión

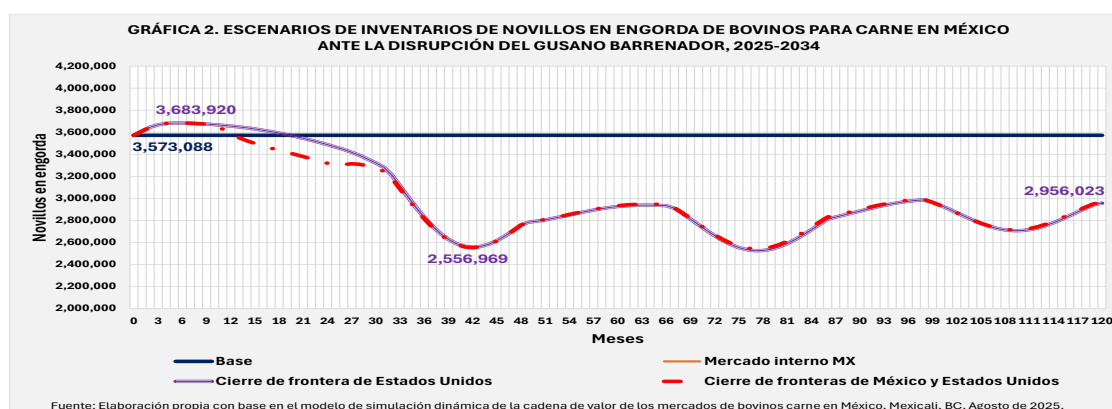
Simulación de escenarios relevantes. La curva del escenario de mercado interno mexicano es la trayectoria de equilibrio de las diferentes perturbaciones que experimentan los mercados de la cadena de valor de bovinos para carne (ver gráfica 1).



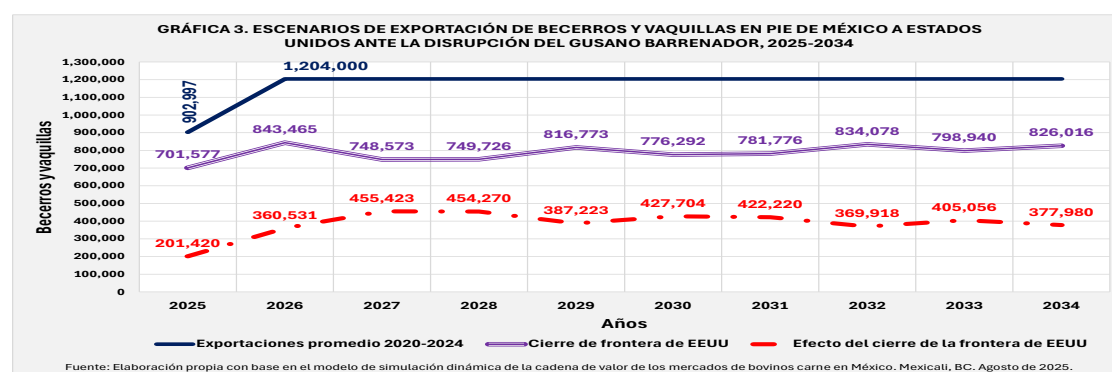
Su comportamiento inicia de forma descendente de enero de 2025 con 84,009 cabezas a enero de 2028 con 59,434 cabezas. Es decir, se requieren de tres años para absorber el excedente de oferta causado por el cierre de la frontera de Estados Unidos. A partir de enero de 2027 y hasta diciembre de 2034, la trayectoria estabiliza su tendencia y sus ciclos de equilibrio dinámico, sin alcanzar los niveles del escenario base (100,333) y el valor inicial (84,099) del escenario de mercado interno. En la gráfica 2 se muestra el comportamiento del inventario de



novillos en engorda. En la curva del escenario de cierre de la frontera de EEUU se observa un repunte (3,683,920 cabezas) por arriba del escenario base (3,573,088 cabezas) por 18 meses: Luego se observa una caída hasta el mes 42 en 2,556,969 cabezas. El nuevo equilibrio no recupera el valor inicial del escenario base.



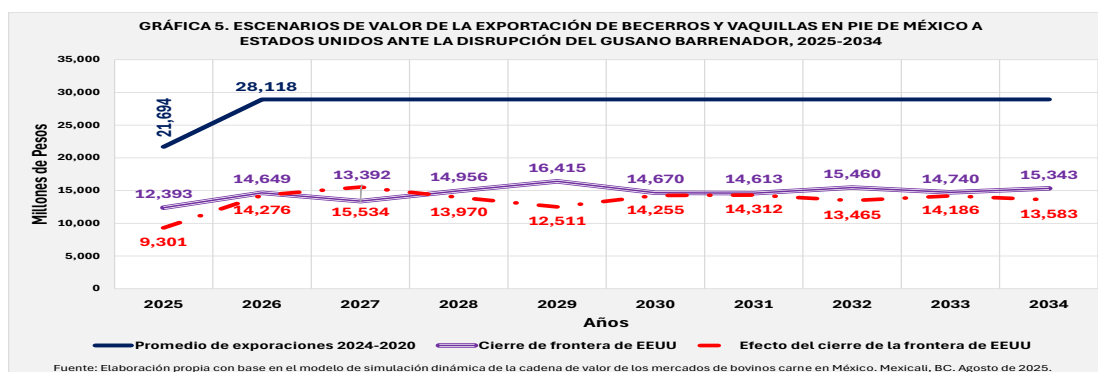
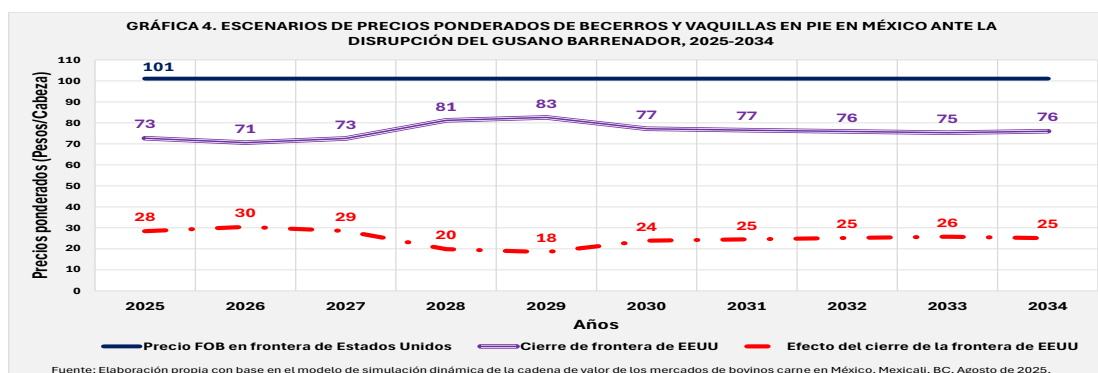
Efectos económicos. Si la frontera de los Estados Unidos a las importaciones de becerros y vaquillas desde México permaneciera cerrada de abril de 2025 a diciembre de 2026 y que la frontera mexicana siga abierta a las importaciones de Centroamérica; entonces, se dejarían de producir 201,9420 becerros y vaquillas para exportación para nueve meses de 2025, mientras que en los doce meses de 2026 se dejarían de producir 360,531 (ver gráfica 3). Sumando un efecto de 561,951 cabezas en los dos años.



En 2025, el precio promedio ponderado en el mercado interno, bajo el escenario de cierre de a las exportaciones de México hacia Estados Unidos, sería de 73 Pesos/Kg (Unión Ganadera Regional de Jalisco, agosto 2025); mientras que el precio FOB ponderado de exportación en el escenario base sería de 101 Pesos/Kg de bovino en pie (ver gráfica 4). Por lo que la diferencia sería de 28 Pesos/Kg (28% sobre el precio base FOB) para 2025 y de de 30



Pesos/Kg (30% sobre el precio FOB) para 2026. SUKARNE, la principal empresa engordadora y sacrificadora de bovinos para carne en México, informó que compró en Durango 4,126 novillos para engorda en 70 Pesos/Kg (Periódico Milenio, 4 de agosto de 2025). Precio muy similar a los precios de 73 y 71 Pesos/Kg estimados para 2025 y 2026 en este estudio.



En 2025, sólo se ha permitido exportar de México a Estados Unidos por 3 meses. Considerando el cierre de la frontera estadounidense por el resto de 2025 y 2026, el impacto económico en 2025 sería de 9,301 millones de pesos (503 millones de dólares) y de 14,276 millones de pesos (772 millones de dólares) en 2026 (ver gráfica 5).

Discusión. En el cuadro 1 se observa que la Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas (CNOG) estima para 2025 una afectación de 7,400 millones de pesos (400 millones de dólares). La Asociación Mexicana de Productores de Carne (AMEG) estima una pérdida de 4,995 millones de pesos (270 millones de dólares). Mientras que, en este estudio, solo para 2005, se estima un efecto de 9,301 millones de pesos (503 millones de dólares) sólo por el cierre de la frontera de estados Unidos; y para 2026, se estima un efecto de 14,276 millones de pesos (772 millones de dólares). En la búsqueda de literatura científica y técnica, no se



encontró ningún artículo que haya estimado los efectos económicos en México por el cierre de la frontera de estados Unidos.

CUADRO 1. EFECTOS ECONÓMICOS DEL CIERRE DE LAS IMPORTACIONES DE BECERROS Y VAQUILLAS DE MÉXICO A ESTADOS POR DE LA DISRUPCIÓN DEL GUSANO BARRENADOR (<i>Cochliomyia hominivorax</i>)					
FUENTE	PUBLICACIÓN	CONCEPTOS	AÑOS	VALOR	
				(Millones de Pesos)	(Millones de Dólares)
Godínez y Torres, Agosto 2025	En proceso de publicación. 09/2025	Cierre de la frontera de EEUU a las importaciones de México	2025	9,301	503
			2026	14,276	772
Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas (CNOG)	Ganadería.com. 18/07/2025	Cierre de la frontera de EEUU a las importaciones de México	2025	7,400	400
Asociación Mexicana de Productores de Carne (AMEG)	López Dóriga Digital, 06/08/2025	Cierre de la frontera de EEUU a las importaciones de México	2025	4,995	270
		Medidas preventivas y de acción contra el gusano barrenador	2025	7,400	400

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo de simulación dinámica de la cadena de valor de los mercados de bovinos carne en México. Mexicali, BC. Agosto de 2025. Además, de publicaciones en fuentes periodísticas en México de julio a agosto de 2025.

Conclusiones (recomendaciones).

Corto plazo (1-3 años): 1.- Llevar a engorda y finalización los becerros y vaquillas que no pudieron ser exportados, 2.- Reducir el inventario de vacas para cría para disminuir la sobreoferta, 3.- Utilizar la máxima capacidad instalada de los rastros tipo inspección federal (TIF), 4.- Aumentar las exportaciones de carne a los mercados internacionales, aprovechando los altos precios externos y los bajos precios internos.

Mediano plazo (3-6 años). 6.- Aumentar la capacidad instalada de rastros TIF, sobre todo en los estados del norte y 7.- Elevar la eficacia, eficiencia y calidad de la producción de becerros y novillos de engorda para lograr mayor competitividad.

Literatura citada

- 1.- Callejas-Juárez, Nicolás y Rebollar Rebollar, Samuel. "Análisis de la Demanda de Bovinos Carne en Pie en los Centros de Sacrificio de México, 2000-2018". Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, vol. 12, no. 3, jul./sept. 2021.
- 2.- Conrad, S. H. "The Dynamics of Agricultural Commodities and their Responses to Disruptions". SANDIA National Laboratories. The 22nd International Conference of the System Dynamics Society. Oxford, England. July 25-29, 2004.
- 3.- Hamza, Kanar and Rich, Karl M. "A Handbook for Applying System Dynamics Techniques in Value Chains: an Application to Pig Value Chains". CGIAR Research Programs on Policies, Institutions and Markets and Livestock and Fish, May 2015.
- 4.- Martínez L., David; Caamal C., Ignacio; Pat F., L. Alberto; Pérez F., Alberto; Torres y Giovana P. Tello F. "Impacto de los Cambios en el Ingreso sobre la Demanda de Carnes en México". Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 10, no. 3, mayo 2019.
- 5.- Unión Ganadera Regional de Jalisco. "Precio de compra y venta de ganado el rastro municipal de Guadalajara". 1 de agosto de 2025. www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=167&Itemid=309.



IMPACTO ECONÓMICO PROVOCADO POR EL GUSANO BARRENADOR EN LA GANADERÍA MEXICANA: ANÁLISIS MULTISECTORIAL CON BASE EN LA MATRIZ DE INSUMO-PRODUCTO

ECONOMIC IMPACT OF THE SCREWORM OUTBREAK ON MEXICAN LIVESTOCK: A MULTISECTORAL ANALYSIS BASED ON THE INPUT-OUTPUT MATRIX

J.F. Sosa Gordillo*, E.R. Nemesio Laguna, G. López Valencia, R. Lazalde Cruz

Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la UABC

Resumen

La suspensión de exportaciones ganaderas por el brote de *Cochliomyia hominivorax* generó pérdidas directas de 24,466 Mdp y afectó 2,556 empleos. Mediante la metodología insumo-producto se identificaron impactos multisectoriales y nodos críticos en la cadena agroalimentaria. Se concluye que es urgente fortalecer cadenas de valor e invertir estratégicamente para mitigar disrupciones y consolidar la competitividad nacional.

Abstract

The outbreak of *Cochliomyia hominivorax* led to the suspension of livestock exports in Mexico, resulting in direct economic losses of 24.466 billion pesos and the loss of 2,556 jobs. Through input-output analysis, the study identified multisectoral impacts and critical nodes within the agri-food value chain. The findings underscore the urgent need to reinforce value chains and implement strategic investments to mitigate systemic disruptions and enhance national competitiveness.

Introducción

La reaparición del Gusano Barrenador del Ganado (GBG) amenaza la economía mexicana, generando pérdidas directas e indirectas que exigen respuestas multidisciplinarias (SENASICA, 2021; Köbrich, 2024; Ali, Bhattacharjee, & Diaby, 2024) La crisis se agrava en regiones vulnerables al cambio climático, donde el GBG ha causado históricas pérdidas



multimillonarias. Ante ello, se impulsa un plan binacional de erradicación mediante la liberación de moscas estériles (USDA, 2025). La falta de medición rigurosa limita tanto la respuesta técnica como financiera (Köbrich, 2024). La caída del 64 % en exportaciones de ganado bovino ha generado pérdidas por 24, 466 millones de pesos¹ (Mdp) (INBC, 2025). Este estudio aplica la Matriz de Insumo-Producto (MIP) para estimar los efectos del GBG y cuantificar su impacto económico en producto, ingreso y empleo, además de identificar los encadenamientos sectoriales.

Materiales y métodos

El marco conceptual de este estudio se fundamenta en la Matriz Insumo-Producto (MIP), desarrollada originalmente por Leontief en 1936 como herramienta para representar las interdependencias entre sectores económicos. Para estimar el impacto económico 24,466 Mdp que provocó el brote del GBG en México (INBC, 2025), se utilizó la MIP nacional corresponde a la versión más reciente, con desagregada en 812 sectores según el SCIAN (INEGI, 2024), lo que permite analizar con mayor precisión encadenamientos productivos. La parametrización se realizó en Excel, construyendo la matriz inversa de Leontief $(I-A)^{-1}$. El trabajo de Sosa et al. (2022), explican el cálculo de los multiplicadores de impacto. La expresión matemática formal para los multiplicadores es la siguiente: para el producto $MP_j = \sum_{i=1}^n (a_{ij})$; multiplicador del ingreso $MIS_j = \sum_{i=1}^n (I - A)^{-1} * F^T$ y el multiplicador del empleo $ML_j = VBP * L^T$. En otro estudio Sosa et al., (2025) con las contribuciones de varios autores que sugirieron una mejora al cálculo de los índices de encadenamientos, se utilizó la formulación siguiente: para los

¹ 1,300 millones de dólares



índices de encadenamiento hacia atrás: $ETMA_t = \frac{\left(\frac{1}{n}\right) ETAt_j}{\left(\frac{1}{n^2}\right) \sum_{i=1}^n ETAt_j}$; y encadenamiento hacia

adelante $ETMA_d = \frac{\left(\frac{1}{n}\right) ETAd_j}{\left(\frac{1}{n^2}\right) \sum_{i=1}^n ETAd_j}$. Los índices de encadenamiento superiores a 1 indican

una influencia significativa en la economía nacional por su capacidad de generar demanda intermedia de insumos estos son los sectores “claves” y de “fuerte arrastre”.

Resultados y discusión

El Cuadro 1 presenta los principales índices de efecto multiplicador, ordenados según el SCIAN, asociados a la cadena de valor de la Explotación de bovinos para carne (112110). La aplicación de estos multiplicadores evidencia la magnitud del impacto económico derivado de la suspensión de exportaciones de ganado bovino hacia EE.UU., con una pérdida estimada de 24,466 millones de pesos (Mdp). Esta caída afecta directamente al ingreso sectorial en 12,000 Mdp y comprometiendo 2,556 empleos directos, lo que representa el 60.4% del impacto total en la economía nacional.

En la Figura 1 se identifican los sectores “clave” y “fuerte arrastre” que actúan como motores de la cadena de valor, amplificando el impacto económico ante eventos exógenos sanitarios o comerciales. Diversos estudios han demostrado la utilidad de la MIP para cuantificar la interdependencia entre actividades primarias, industriales y de servicios, así como para analizar cómo los cambios en las exportaciones repercuten en la logística nacional (Sosa et al., 2017;). En este contexto, Sosa et al., (2022) destacan que la logística no es un servicio auxiliar, sino un componente estratégico dentro de la estructura productiva. La MIP también permite revelar el impacto de disrupciones sanitarias sobre el producto nacional. Estudios recientes la han empleado para evaluar intervenciones multisectoriales, capturando sus



efectos en productividad, empleo y gasto público (Bekő et al., 2019; Ali et al., 2024; Sosa et al., 2025).

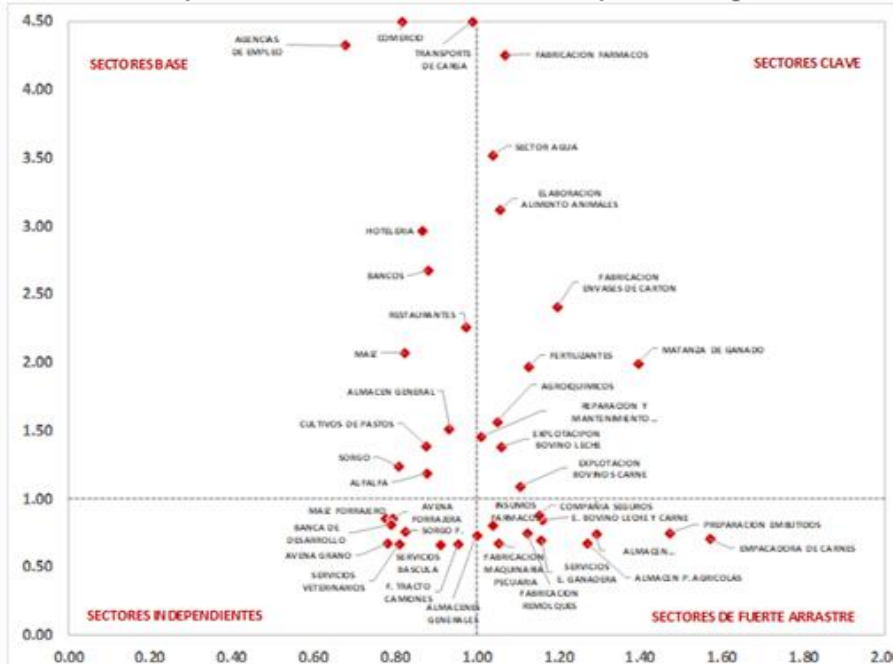
Cuadro 1. Aplicación de multiplicadores de impacto económico asociado a la suspensión de exportaciones de ganado bovino

SCIAN	CLASE ECONOMICA	IMPACTO PROVOCADO POR LAS EXPORTACIONES (\$MX)	IMPACTO AL PRODUCTO (\$ MX)	MULTIPLICADOR DEL PRODUCTO	IMPACTO AL INGRESO (\$MX)	MULTIPLICADOR DEL INGRESO	IMPACTO AL EMPLEO	MULTIPLICADOR DEL EMPLEO
111140	Cultivo de trigo	-	45,782,808	1.210940	32,979,534	0.720348	7	0.042533
111151	Cultivo de maíz grano	-	421,727,534	1.245363	308,477,818	0.731462	66	0.159848
111152	Cultivo de maíz forrajero	-	502,899,554	1.176684	406,302,364	0.807920	86	0.069053
111191	Cultivo de sorgo grano	-	376,879,298	1.224115	276,182,210	0.732813	59	0.122454
111192	Cultivo de avena grano	-	3,272,171	1.180801	2,442,440	0.746428	1	0.312342
111193	Cultivo de cebada grano	-	940,216	1.234851	704,866	0.749685	0	0.131870
111194	Cultivo de sorgo forrajero	-	588,236,982	1.240637	442,740,461	0.752657	94	0.092660
111195	Cultivo de avena forrajera	-	594,281,762	1.203285	473,732,357	0.797151	101	0.130413
111199	Cultivo de otros cereales	-	32,420,478	1.220029	24,195,724	0.746310	5	0.191691
111941	Cultivo de alfalfa	-	1,577,045,405	1.322187	1,070,246,723	0.678640	228	0.180091
111942	Cultivo de pastos	-	2,983,290,623	1.325451	2,066,832,858	0.692803	440	0.476117
112110	Explotación de bovinos para la producción de carne	24,440,000,000	24,466,076,278	1.656256	12,011,877,027	0.490960	2,556	0.109576
311110	Elaboración de alimentos para animales	-	2,715,260,372	1.594356	570,346,668	0.210052	121	0.012660
431110	Comercio al por mayor de abarrotes	-	1,707,225,594	1.232120	1,376,455,921	0.806253	293	0.028985
461110	Comercio al por menor en tiendas de abarrotes	-	399,084,047	1.231470	324,381,530	0.812815	69	0.206617
482110	Transporte por ferrocarril	-	16,525,349	1.593018	8,076,022	0.488705	2	0.093253
484111	Autotransporte local de productos agrícolas	-	350,618,741	1.340613	235,492,605	0.671649	50	0.174227
488492	Servicios de administración de carreteras, puentes	-	4,007,134	1.140012	3,246,935	0.810289	1	0.073614
488511	Servicios de agencias aduanales	-	4,814,392	1.574970	2,667,346	0.554036	1	0.362226
488519	Servicios de intermediación para el transporte de carga	-	9,359,077	1.485803	3,639,712	0.388896	1	0.161847
532491	Alquiler de maquinaria y equipo agropecuario	-	11,468,972	1.318007	6,871,495	0.599138	1	0.010764
211110	Extracción de petróleo y gas	-	341,929,072	1.142035	295,774,259	0.865016	63	0.033693
221110	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	-	414,299,699	1.565355	214,688,897	0.518197	46	0.127816
222111	Captación, tratamiento y suministro de agua, sector público	-	333,290,778	1.565540	189,107,617	0.567395	40	0.181308
324110	Refinación de petróleo	-	714,864,176	2.096910	132,879,153	0.185880	28	0.028742
541211	Servicios de contabilidad y auditoría	-	38,013,472	1.238630	30,570,474	0.804201	7	0.200699
561110	Servicios de administración de negocios	-	36,460,177	1.562634	19,765,984	0.542125	4	0.324169
561330	Suministro de personal permanente	-	134,715,540	1.036097	88,022,445	0.653395	19	0.729086
522110	Banca múltiple	-	72,226,342	1.327363	53,124,475	0.735528	11	0.218068
522210	Banca de desarrollo	-	3,149,377	1.189554	2,671,425	0.848239	1	0.192416
522220	Fondos y fideicomisos financieros	-	1,298,174	1.321465	972,894	0.749432	0.2	0.129953
522310	Uniones de crédito	-	14,871,707	1.231954	12,192,799	0.819866	3	0.141382
522460	Sociedades financieras de objeto múltiple	-	79,367,563	1.386613	55,147,162	0.694832	12	0.007609
811111	Reparación mecánica en general de autotransporte carga	-	51,075,175	1.486302	26,731,821	0.523382	6	0.169384
811311	Reparación y mantenimiento de maquinaria y equipo agro.	-	39,566,266	1.450841	20,908,031	0.528431	4	0.183205
493111	Almacenes generales de depósito	-	1,280,642	1.508229	766,642	0.598639	0	0.103553
493119	Servicios de almacenamiento sin instalación especializada	-	14,121,495	1.409619	5,668,758	0.401428	1	0.273338
493120	Almacenamiento con refrigeración	-	984,766	1.948422	306,197	0.310933	0	0.103260
493130	Almacenamiento de productos agrícolas sin refrigeración	-	323,307	1.918662	88,347	0.273261	0	0.158915
493190	Servicios de almacenamiento con instalación especializada	-	1,688,952	1.930086	455,304	0.269578	0	0.086756
325310	Fabricación de fertilizantes	-	109,506,136	1.699560	24,536,487	0.224065	5	0.034580
325320	Fabricación de pesticidas y otros agroquímicos	-	75,144,906	1.580063	17,008,738	0.226346	4	0.017559
325411	Fabricación de materias primas para industria farmacéutica	-	5,062,862	1.566883	1,425,681	0.281596	0	0.090195
325412	Fabricación de preparaciones farmacéuticas	-	150,470,028	1.617359	41,425,637	0.275308	9	0.092582
541943	Servicios veterinarios para la ganadería sector privado	-	48,642,572	1.220218	40,333,371	0.829178	9	0.271216
IMPACTO PROVOCADO POR LA SUSPENSIÓN DE LAS EXPORTACIONES		24,440,000,000						
IMPACTO PROVOCADO A LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES			39,493,569,968	97.6%	20,922,465,213	97.8%	4,452	97.8%
IMPACTO TOTAL PROVOCADO A LA ECONOMIA			40,478,886,840	100%	21,387,169,715	100%	4,550	100%
MULTIPLICADOR DE IMPACTO GENERAL			1.66					

Fuente: elaboración propia, con base en la MIP nacional de INEGI (2024).



Figura 1. Tipificación y jerarquización de los encadenamientos sectoriales vinculados al impacto económico de la reducción de exportaciones ganaderas



Fuente: elaboración propia, con base en los índices de encadenamiento

Conclusiones

La suspensión de exportaciones ganaderas por el GBG evidencia una afectación estructural. La MIP permitió identificar los impactos económicos y los encadenamientos multisectoriales. La evidencia resultante es de gran relevancia para fortalecer la articulación logística y canalizar inversiones estratégicas para mitigar impactos futuros ante contingencias sanitarias, comerciales y climáticas de alcance nacional y regional.

Literatura citada

Ali, A. A., Kulkarni, A., Bhattacharjee, S., & Diaby, V. (2024). *Estimating and rewarding the value of healthcare interventions beyond the healthcare sector: A conceptual framework*. *Pharmaco Economics*, 42(3), 211–224. <https://doi.org/10.1007/s40273-024-01392-w>



- Bekő, J., Jagrič, T., Fister, D., Brown, C., Bezec, P., Kluge, H., et al. (2019). *The economic effects of health care systems on national economies: An input–output analysis of Slovenia*. *Applied Economics*, 51(37), 4116-4126. <https://doi.org/10.1080/00036846.2019.1588955>.
- Industrial News Baja California (INBC) (2025, agosto 19). Deja gusano barrenador pérdidas por 1,300 Mdd a ganaderos mexicanos. <https://tinyurl.com/4td95xsy>
- INEGI. (2024). Sistema de Cuentas Nacionales de México: Fuentes metodologías. Año base 2018. <https://www.inegi.org.mx/programas/mip/2018/>
- Köbrich, C. (2024). *Gusano barrenador del ganado (Cochliomyia hominivorax) y su impacto económico en los países afectados*. Universidad de Chile. Tema Técnico II presentado en la 27ª Conferencia de la Comisión Regional para las Américas de la Organización Mundial de Sanidad Animal (WOAH). <https://doc.woah.org>
- Leontief, W. (1936). Quantitative input-output relations in the economic system of the United States. *The Review of Economics and Statistics*, 18(3), 105-125. <https://doi.org/10.2307/1927837>
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2021). Análisis socioeconómico del gusano barrenador del ganado (*Cochliomyia hominivorax*). Dirección General de Salud Animal. <https://tinyurl.com/4fv3aywd>
- Sosa, M. F., Martínez, E., Espinosa, J. A y Buendía, R. G. (2017). *Contribución del sector pecuario a la economía mexicana. Un análisis desde la Matriz Insumo-Producto*. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 8 (1): 31-41.
- Sosa-Gordillo, J.F., Muñoz-Salazar, R., López-Valencia, G. et al. (2025). *Economic impact assessment of the budget spent on tuberculosis prevention and control program in Mexico*. *Discov Public Health* 22, 203. <https://doi.org/10.1186/s12982-025-00588-5>
- U.S. Department of Agriculture. (2025, August 15). USDA announces sweeping plans to protect the United States from New World Screwworm. <https://tinyurl.com/53ekxu8e>



**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON BAGAZO DE DÁTIL EN OVINOS EN
FINALIZACIÓN: CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL**
**EFFECT OF DATE BAGASSE SUPPLEMENTATION ON FINISHING SHEEP: CARCASS
CHARACTERISTICS**

L.E Matute Guevara*, R. Lazalde Cruz, J.F. Sosa Gordillo, Y.S. Valdés García, O.M.
Manríquez Núñez, J. E. Ek Mex, C. A. Flores Dueñas

Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias, Universidad Autónoma de Baja
California, Mexicali 21100.

Resumen

El bagazo de dátíl (BD), es un subproducto del proceso de la destilación del dátíl, que puede considerarse como un sustituto de los forrajes en regiones áridas y semiáridas por su contenido de fibra y un menor costo. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de BD como sustituto parcial de la paja de avena en ovinos en finalización sobre las características de la canal. Se utilizaron 20 corderos Dorper × Katahdin (32 ± 5 kg, 8 meses de edad), alimentados con cuatro niveles de BD en sustitución por la paja de avena (0, 8, 16 y 24%) durante 42 días. No se observaron diferencias ($P \geq 0.05$) entre los tratamientos, de tal manera que el bagazo de dátíl puede ser utilizado para reemplazar a la paja de avena sin afectar negativamente las características de la canal en ovinos.

Palabras clave: bagazo de dátíl, ovinos, características del canal.

Abstract

Date bagasse (DB) is a byproduct of the date distillation process; it can be considered a forage substitute in arid and semi-arid regions due to its fiber content and lower cost. The objective of this study was to evaluate the effect of including DB as a partial substitute for oat straw in finishing sheep on carcass characteristics. Twenty Dorper × Katahdin lambs (32 ± 5 kg, 8



months old) were fed four levels of DB as a substitute for oat straw (0, 8, 16, and 24%) for 42 days. No differences ($P \geq 0.05$) were observed between treatments; the date bagasse can be used to replace oat straw without negatively affecting carcass characteristics in sheep.

Keywords: date bagasse, sheep, carcass characteristics.

Introducción

El uso de subproductos agroindustriales para alimentación animal va de la mano con la baja disponibilidad de recursos forrajeros y la creciente preocupación por el cuidado del medio ambiente. En la región noroeste de México, el cultivo de dátil ha aumentado; Baja California es el segundo estado productor a nivel nacional (SIAP, 2023). El dátil es un producto versátil, del cual se elaboran diversos alimentos y bebidas como el destilado (Vieyra Dates®, México). De este proceso agroindustrial se obtiene un bagazo de dátil (BD) que está conformado por las semillas, la pulpa prensada (material fibroso y húmedo) y dátiles de desecho, que puede utilizarse como alimento para rumiantes por ser ricos en fibras, antioxidantes y grasas, generando productos con valor agregado como la carne y leche (Oladzad et al., 2021; Oladzad et al, 2024; Muñoz-Tebar, 2023). Dado que el consumo de carne ovina en Baja California ha aumentado 16,6 % de 2010 a 2022 (SIAP, 2023) y se conocen los altos costos de los forrajes a lo largo de un año, el BD puede ser una opción para la producción de carne ovina.

Materiales y métodos

Este experimento se llevó a cabo con las canales de los corderos que provenían de una prueba de comportamiento productivo realizado en la posta de ovicaprinis del Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias (IICV) de la Universidad Autónoma de Baja California, México. Se utilizaron 20 corderos de raza Dorper x Katahdin, con un peso corporal promedio de 32 ± 5 kg PV y 8 meses de edad, alojados en corraletas individuales. Fueron alimentados



con una dieta basal, isoproteíca e isoenergética, de acuerdo con los requerimientos descritos por NASEM, (2016) y como fuente principal de fibra la paja de avena. Los tratamientos fueron asignados al azar dentro de cada uno de los cuatro tratamientos, en sustitución de la paja de avena con bagazo de dátil (BD), como sigue: T0% (Sin BD), T8% (Con 8% de BD), T16% (Con 16% de BD) y T24% (Con 24% de BD) durante 42 días. El BD fue suministrado por la empresa Vieyra Dates® y analizado en el Laboratorio de Nutrición del IICV, previo a su incorporación a las dietas. Al finalizar el periodo de prueba, los ovinos fueron sacrificados con un ayuno de 18 h, de acuerdo con lo indicado por la NOM-033-SAG/ZOO-2014. Los cuerpos fueron eviscerados y se registró el peso de la canal caliente (PCC). Posteriormente, las canales se refrigeraron a 4° C durante 24 h para registrar el peso de la canal fría (PCF) y cortadas a lo largo de la línea media con un corte entre la 12va y 13va costilla para medir el área del músculo *Longissimus dorsi* (AOC, mm) con una cuadrícula con puntos de 64 mm y el espesor grasa dorsal (GD, mm) con un calibrador vernier (Carrillo-Muro et al., 2023). Los datos fueron analizados mediante un diseño completamente al azar con el procedimiento MIXED. Cuando se detectaron efectos significativos, se realizó una comparación de medias empleando el método de Tukey con la instrucción LSMEANS. Se usaron polinomios ortogonales para evaluar efectos lineales y cuadráticos, incluyendo cuatro niveles igualmente espaciados. Se estableció significancia cuando el valor de p fue ≤ 0.05 .

Resultados y discusión

No se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$) cuando se sustituyó heno de avena por bagazo de dátil en las variables evaluadas PCC, PCF, AOC y GD, como se observa en la Tabla 1.



Tabla 1. Características de la canal de ovinos finalizados con diferentes niveles porcentajes de inclusión de bagazo de dátil (BD)

Variable ^b	% de Inclusión de bagazo de dátil				SEM ^c	Efecto (<i>P</i> -valor)	
	T0%	T8%	T16%	T24%		Linear	Cuadrático
PCC, kg	21.886	23.122	23.48	23.388	0.665	0.1369	0.3927
PCF, kg	21.248	22.643	22.89	22.869	0.656	0.1151	0.3562
GD, mm	2.484	2.074	2.25	3.08	0.433	0.3417	0.2253
AOC, cm ²	11.223	15.138	13.51	13.65	1.382	0.3908	0.2482

^{a,b} Las medias de una fila con diferentes superíndices difieren ($p < 0.05$) según la prueba de Tukey.

PCC=peso de la canal caliente, PCF=peso de la canal fría, GD=grasa dorsal, AOC=Área del *Longissimus dorsi*.

Los resultados de PCC y PCF fueron similares a los reportados por Escobar et al. (2023), cuando utilizó la harina de palmiste (*Elaeis guineensis*), un subproducto agroindustrial, en sustitución del heno de avena en 15 y 30% con una dieta base, de igual manera, Baa et al. (2018) al evaluar como fuente de fibra al pedicelo de dátil y dátil de desecho en ovinos no encontraron diferencias en estos parámetros. La falta de variación por efecto del BD en la conformación de la canal puede explicarse por el tipo de dieta que puede influenciar este indicador teniendo poco impacto en estos (Sañudo et al., 1998). El espesor de grasa dorsal de los corderos alimentados con 24% de BD podría deberse a su peso vivo final (49.23 kg). Ptáèek et al., (2014) y Robles et al., (2022) informaron una fuerte relación lineal positiva entre el peso vivo y el espesor de grasa dorsal en las ovejas., el nivel de fibra en la dieta aportado por el BD, así como el contenido de FDN y eficacia de la fuente de fibra pueden alterar el consumo de materia seca y por tanto, la deposición de grasa en la canal (de Melo et al., 2019).

En conclusión, el uso del bagazo de dátil en ovinos en finalización alimentados no afecta las características de la canal, siendo un buen sustituto de paja de avena para este tipo de



raciones de alta demanda de nutrientes, observándose una tendencia a mejorar el peso de la canal caliente a medida que aumenta el nivel de sustitución en la dieta, por lo que, se considera importante continuar investigando al respecto.

Literatura citada

- Baa, A., Arbouche, F., Arbouche, R., Montaigne, E., Arbouche, Y., & Arbouche, H.S. (2018). Effects of incorporating oasis by-products on fattening performance and carcass characteristics of Ouled Djellal lamb. *Veterinary World*. 11(10) 1397-1403. doi: 10.14202/vetworld.2018.1397-1403
- Carrillo-Muro, O., Rivera-Villegas, A., Hernandez-Briano, P., Lopez-Carlos, M. A., & Castro-Perez, B. I. (2023). Effect of Dietary Calcium Propionate Inclusion Period on the Growth Performance, Carcass Characteristics, and Meat Quality of Feedlot Ram Lambs. *Agriculture*, 13(8), 1577.
- De Melo, F., Rodrigo, A. H., Marques, S., Gouvêa, V. N., De Souza, J., Batalha, C.D.A., Basto D.C., Millen, D.D., Drouillard, J.S., Santos, F.A.P. (2019). Effects of dietary roughage neutral detergent fiber levels and flint corn processing method on growth performance, carcass characteristics, feeding behavior, and rumen morphometrics of *Bos indicus* cattle, *Journal of Animal Science*, 97(8), 3562–3577. doi.org/10.1093/jas/skz197
- Escobar España, J. C., Ley de Coss, A., Valencia Núñez, K. N., & Bárcena Gama, R. (2023). Comportamiento productivo, características de la canal y de la carne de corderos suplementados con harina de palmiste (*Elaeis guineensis*) y citalo. *Nacameh*, 17(2), 67–84.



- Muñoz-Tebar, N., Viuda-Martos, M., Lorenzo, J. M., Fernández-López, J., & Pérez-Álvarez, J. A. (2023). Strategies for the valorization of date fruit and its co-products: A new ingredient in the development of value-added foods. *Foods*, 12(7), 1456.
- Oladzad, S., Fallah, N., Mahboubi, A., Afsham, N., Taherzadeh, M. J., & Toghyani, J. (2024). Comparison of acid and hydrothermal pretreatments of date waste for value creation. *Scientific Reports*, 14(1), 18056.
- Oladzad, S., Narges, F., Amir, M., Neda, A., & Mohammad, J. T. (2021). Date fruit processing waste and approaches to its valorization: A review. *Bioresource Technology*, 340, 125625.
- Ptáèek, M., Ducháèek, J., Stádník, L., Beran, J. (2014). Mutual relationships among body condition score live weight, and back tissue development in meat sheep. *Acta Veterinaria Brno*, 83(4), 341-346.
- Robles Jiménez, L. E., Partida de la Peña, J. A., Arechavaleta Velasco, M. E., & Domínguez Vara, I. A. (2022). Correlación entre variables ante mortem y post mortem en canales de ovinos producidos en México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 13(1), 115-126.
- SIAP. (2023). Estadísticas de la producción nacional de dátil. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>



**EVALUACION SENSORIAL DE CARNE DE CAPRINO (*Capra hircus*) SUPLEMENTADO
CON AJO (*Allium sativum*)**
**SENSORY EVALUATION OF GOAT MEAT (*Capra hircus*) SUPPLEMENTED WITH
GARLIC (*Allium sativum*)**

S. Hernández-Aquino¹, L.D. Elias-Vázquez^{1*}, J. González-Maldonado¹, R. Flores-Garivay¹ y
L. Buenabad-Carrasco²

¹Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California. ²Universidad
Autónoma de Chihuahua

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la aceptación sensorial de la carne de caprino suplementado con ajo (*Allium sativum*). Para esto, se utilizaron 15 machos cabríos jóvenes, los cuales se alimentaron con dietas con diferentes niveles de ajo fresco, durante 45 días. Una vez obtenidas las canales se diseccionó el músculo del lomo (*longissimus thoracis*) de la 4^a a 5^a hasta la 9^a y 10^a costilla. Dicha aportación se cortó de forma transversal. Con la carne que se obtuvo se realizó un panel de degustación en el que se analizaron la palatabilidad, sabor, aceptación, aroma, textura, jugosidad y apariencia. Estos resultados dicen que la suplementación con ajo no se modificó la mayoría de características sensoriales, excepto en aroma y textura. Donde ahí sí se encontraron diferencias. Generalmente todas las calificaciones se estuvieron encontrando en rangos medios, lo que esto indica que la carne fue aceptable para los panelistas, aunque incluso algunos percibieron limitaciones con sabor y la textura.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the sensory acceptance of goat meat supplemented with garlic (*Allium sativum*). For this purpose, 15 young male goats were fed diets with different



levels of fresh garlic for 45 days. Once the carcasses were obtained, the loin muscle (longissimus thoracis) was dissected from the 4th and 5th ribs to the 9th and 10th ribs. This rib was cut crosswise. The meat obtained was then subjected to a tasting panel, which analyzed palatability, flavor, acceptance, aroma, texture, juiciness, and appearance. These results indicate that garlic supplementation did not alter most sense saul.hernandez.aquino @uabc.edu.mx and texture, where differences were found. Generally, all ratings were within the medium range, indicating that the meat was acceptable to the panelists, although some even perceived limitations with respect to flavor and texture.

Introducción

La cría de caprinos ha demostrado ser una actividad con gran resiliencia hacia factores socioeconómicos, ambientales y culturales (Miranda De la Lama & Estévez Moreno, 2022). En México, los caprinos representan una alternativa productiva viable, comparada con otro tipo de ganadería, lo cual permitiría poder enfrentar el cambio climático. Además, es parte esencial de la economía de las comunidades rurales (Chávez-Espinoza et al., 2021). Sin embargo, el consumo *per cápita* de carne de caprino es limitado, a pesar de que se considera una carne de calidad en varios países, a nivel nacional características como olor y sabor reducen su aceptación (Figueroa-González et al., 2024). Por otra parte, el ajo (*Allium sativum*) se ha estudiado como aditivo natural por sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas. (Rubí Ramírez-Concepción et al., 2016). Su inclusión en las dietas ha sido evaluada en diversas especies animales, donde se han encontrado beneficios en la salud digestiva y la calidad de la carne (Ding et al., 2023). En caprinos se ha encontrado que la inclusión de ajo o subproductos, en la dieta, mejora los atributos sensoriales de la carne permitiendo la producción sostenible de alimentos (Zeng & Shen, 2025). Es por ello que el objetivo del



presente estudio fue evaluar el efecto de la suplementación de ajo fresco en la aceptación de la carne de caprino en el Valle de Mexicali

Materiales y métodos

El estudio se realizó en una unidad de producción ubicada en el Ejido Nuevo León, Valle de Mexicali. Se utilizaron 15 machos cabríos enteros (1 año de edad, PV de 45 kg). Los cuales se asignaron a uno de dos grupos: testigo, dieta base (sin ajo) y tratamiento, dieta base más ajo (50g de ajo fresco kg^{-1} de alimento). El periodo experimental fue de 45 días, con un periodo de adaptación de 15 días, respetando en todo momento el bienestar animal (NOM-062-ZOO-1999). Una vez concluido el periodo, los animales se faenaron conforme a la NOM-033-SAG/ZOO-2014, Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres.

Para la suplementación, se utilizó pasta fina de ajo, obtenida por la trituración manual de ajo fresco. La suplementación fue vía oral. La dieta de los animales consistió en 1600 g de alimento $\text{animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$ (50% de heno de alfalfa, 46.5% de trigo molido, 0.50% de ortofosfato y 3.0% de premezcla mineral). El agua se suministró *ad libitum*.

Panel de degustación: Se realizó un panel comparativo doble ciego, utilizando la metodología de Gásperi (2005). Se seleccionaron como panelistas a 20 personas sin entrenamiento previo y desconocían el tipo de carne. Se les proporcionó dos trozos de carne cocinada a la parrilla hasta alcanzar los 75°C internos. Cada trozo pertenecía a uno de los dos grupos experimentales (con y sin ajo). Los panelistas indicaron el rango para cada característica, el cual iba del 1 al 10 donde el 1 es rechazó y el 10 aceptación total.

Análisis estadístico: Los datos obtenidos de los panelistas se analizaron mediante la prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon, se consideró un alfa de 0.05. El paquete estadístico utilizado fue R.



Resultados y discusión

Las características evaluadas obtuvieron calificaciones similares por parte de los panelistas (Figura 1). De manera general las únicas características donde se encontró diferencia ($P < 0.05$) fueron la jugosidad y la textura mientras que no se encontraron diferencias en aroma, textura, palatabilidad, sabor, aceptación, jugosidad y apariencia (Cuadro 1). Algunos autores, indican que el ajo puede cambiar varias características y mejorar la aceptación del consumidor (Figuerola-González et al., 2024; Zeng & Shen, 2025), sin embargo, en el presente estudio no se mejoró la aceptación. Esto se puede deber a que la mayoría de los panelistas participantes no había consumido con anterioridad la carne de caprino, por lo que el sabor les parecía desconocido. Lo que pudo ser una condicionante no prevista.

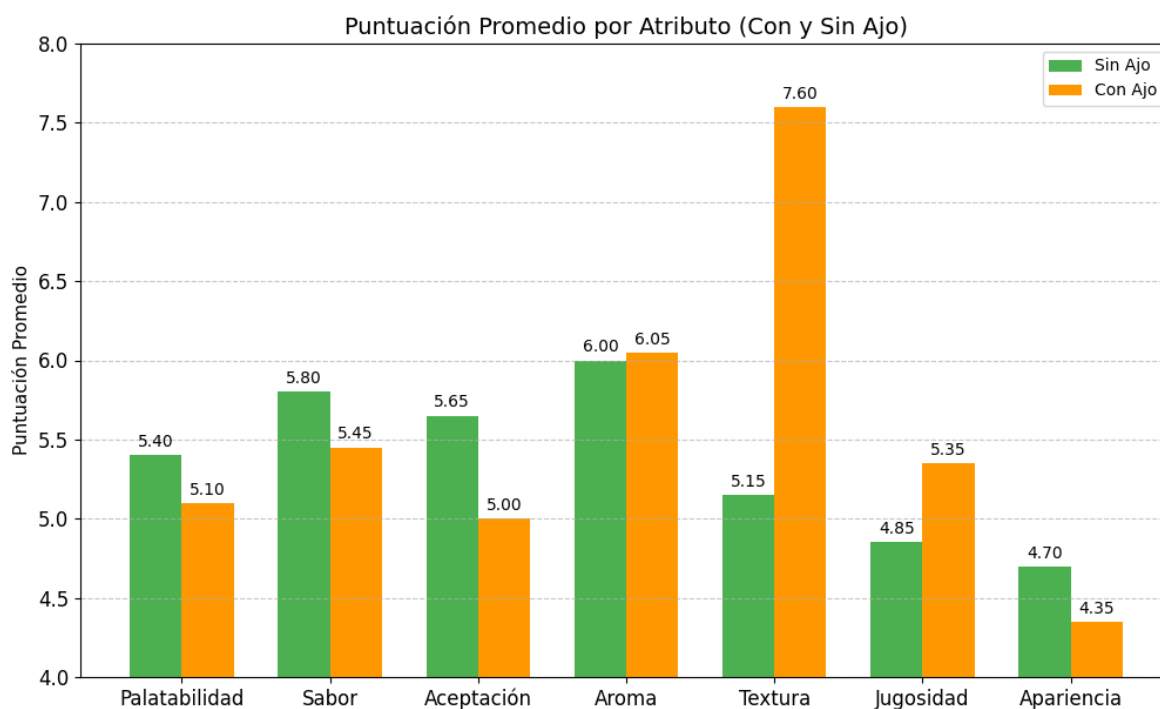


Figura 1. Rangos promedio del panel de evaluación sensorial, para siete características evaluadas de carne de machos cabríos con y sin suplementación con ajo.

En particular, para palatabilidad se encontró que las calificaciones están en un rango de nivel medio, lo que indica que los evaluadores encontraron aceptable, el consumo de la carne.



Mientras que en cuanto el sabor se observó poca variabilidad, y en un rango medio, lo que podría indicar que a varios panelistas no les agrado ni desagrado. La aceptación también está en rango medio, lo que podría indicar que esperaban otro tipo de sabor de carne, en cuanto el aroma los panelistas indicaron que está en punto medio ya que a algunas personas no les agrado el olor, en la textura se obtuvieron calificaciones altas ya que la carne era de machos jóvenes. De acuerdo con lo indicado por Figueroa-González et al. (2024) los atributos como palatabilidad dependen de diversos factores psicosociales y demográficos, dado que en poblaciones que no acostumbran a comer este tipo de carne requieren modificar radicalmente características como el sabor, por lo que una buena propuesta sería la elaboración de cárnicos. Esto además mejoraría otros atributos como la jugosidad. Esta última se encontró en un rango medio lo que podría indicar que pareciera que fue de su agrado, por último, la apariencia podría indicar que los rangos son muy bajos ya que la carne de caprino es un poco más obscura.

Cuadro 1. Resultados del análisis de rangos con signos de Wilcoxon de las características sensoriales de la carne.

Característica	Estadístico W	Valor P
Palatabilidad	5	0.54
Sabor	29	0.235
Aceptación	49.5	0.778
Aroma	2	0.00016
Textura	12	0.0016
Jugosidad	47.5	0.733
Apariencia	50	0.796

La suplementación con ajo de manera general no modifico los atributos sensoriales de la carne de machos cabríos sin embargo se deben considerar otros efectos, como lo son la mejora en la digestión del animal y se tiene potencial para reducir las emisiones de metano lo cual permitiría alcanzar la sostenibilidad del sistema (Ding et al., 2023).



Por todo lo anterior se concluye que la suplementación con ajo de no modifica las características sensoriales de la carne a tal punto que mejore su aceptación por personas que no la consumen de manera común.

Literatura citada

- Chávez-Espinoza, M., Cantú-Silva, I., González-Rodríguez, H., & Montañez-Valdez, O. D. (2021). Sistemas de producción de pequeños rumiantes en México y su efecto en la sostenibilidad productiva. *Revista MVZ Cordoba*, 27(1).
<https://doi.org/10.21897/RMVZ.2246>
- Ding, H., Ao, C., & Zhang, X. (2023). Potential use of garlic products in ruminant feeding: A review. In *Animal Nutrition* (Vol. 14, pp. 343–355). KeAi Communications Co.
<https://doi.org/10.1016/j.aninu.2023.04.011>
- Figueroa-González, J. J., Juárez-García, M., Sánchez-Toledano, B. I., Echavarría-Cháirez, F. G., & Mancillas-Medina, J. (2024). Productos cárnicos de machos cabríos castrados: Una alternativa de comercialización. *Revista Científica Dékamu Agropec*, 5(2), 13–25.
<https://doi.org/10.55996/dekamuagropec.v5i2.266>
- Miranda De la Lama, G. C., & Estévez Moreno, L. X. (2022). La producción animal vista desde la ganadería de los pequeños rumiantes: Una mirada a su resiliencia, tendencias y posibilidades futuras Animal production from the perspective of small ruminant farming: A view on resilience, trends and future opportunities Palabras clave: Carne Caprino Consumidores Inventarios Leche Ovino Sostenibilidad. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín, Suplemento*, 55–58. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame>
- Zeng, W., & Shen, X. (2025). Effects of Dietary Garlic Skin Based on Metabolomics Analysis in the Meat Quality of Black Goats. *Foods*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/foods14111911>



EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS Y NUTRICIONALES DE LA PIERNA DE CERDOS ALIMENTADOS CON DIETAS CON RACTOPAMINA

EVALUATION OF THE MORPHOMETRICS AND NUTRITIONAL CHARACTERISTICS FROM THE LEGS OF PIGS FED WITH DIETS WITH RACTOPAMINE

A. Marbar-Lázaro¹, CJ Juárez-López¹, ML García-Bello¹, JE Sánchez-Torres^{1*}, IA Domínguez-Vara¹, LM Mejía-Urbe¹, B Valladares-Carranza¹, F Grageola-Nuñez², JP Galeano-Díaz³

¹Departamento de Nutrición Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México, Campus Universitario "El Cerrillo", Toluca, C.P. 50090, Estado de México, México. ²Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit, Ciudad de la Cultura "Amado Nervo", Tepic, Nayarit, México C.P. 63155. ³Departamento de Nutrición Animal, Licenciatura en Ingeniero Agrónomo Zootecnista, Centro Universitario UAEM, Temascaltepec, C.P. 51325, Estado de México, México.

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar las características morfométricas y composición nutricional de la pierna de cerdos alimentados con dietas con ractopamina. Se utilizaron 32 cerdos de la raza Landrace x Yorkshire con un peso vivo inicial promedio de 82.5 kg, los cuales fueron alojados en jaulas individuales. Los tratamientos utilizados fueron: T1: Dieta testigo y T2: Dieta testigo + Ractopamina (10 ppm). Se utilizó un diseño completamente al azar utilizando un análisis de varianza. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey. Los cerdos que recibieron ractopamina en la dieta presentaron un crecimiento superior, así como valores mayores en el diámetro (cm), volumen (cc) y peso (g) ($P < 0.05$) de la pierna. Además, el contenido de humedad fue mayor ($P < 0.05$) en la pierna de los cerdos alimentados con ractopamina. En conclusión, la adición de ractopamina en el alimento de cerdos modifica las características de la canal y de la pierna incrementando la cantidad de humedad intramuscular. Palabras clave: Cerdos, β -adrenérgicos, Pierna, Composición nutricional.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the morphometric characteristics and nutritional composition of the leg of pigs fed diets containing ractopamine. Thirty-two Landrace x Yorkshire pigs with an average initial live weight of 82.5 kg were used, which were housed in individual



cages. The treatments used were: T1: Control diet and T2: Control diet + Ractopamine (10 ppm). A completely randomized design was used with analysis of variance. The comparison of means was performed using the Tukey test. Pigs that received ractopamine in their diet showed superior growth, as well as higher values in diameter (cm), volume (cc) and weight (g) ($P < 0.05$) of the leg. Furthermore, the moisture content was higher ($P < 0.05$) in the leg of pigs fed ractopamine. In conclusion, the addition of ractopamine in pig feed modifies the characteristics of the carcass and the leg by increasing the amount of intramuscular moisture. Keywords: pigs, β -adrenergic, leg, nutritional composition.

Introducción

En la actualidad el incremento de la población humana ha generado grandes cambios en la porcicultura, debido a la demanda que existe por parte de la población, ya que es la tercer carne más consumida y producida a nivel mundial, generando empleos y un gran aporte en el sector económico, así mismo, garantizando un alimento de gran valor nutricional para el consumo humano. El objetivo de la porcicultura es producir la mayor cantidad de carne de cerdo a un menor costo y en un menor tiempo. Una forma de incrementar la competitividad y modificar las características de la carne de cerdo es adicionar en las dietas productos β -adrenérgicos en el periodo de finalización que comprende las últimas 5 semanas antes de la matanza, mismo que no tenga un periodo de retiro previo al sacrificio. La ractopamina es un aditivo β -adrenérgico que se utiliza como un promotor de crecimiento, aumentando la ganancia de peso en un 11 a 18%, mejorando la eficiencia alimenticia, además, incrementa la deposición de tejido muscular y degradación de grasa, ofreciendo carne magra. (Braña, 2017). La pierna es una de las regiones de mayor interés por parte de los consumidores de carne, ya que ahí se presenta gran cantidad de músculo y, a la vez, la ractopamina puede influir en estos músculos. Por tal motivo, el objetivo del presente estudio fue evaluar las características morfológicas y nutricionales de los músculos de la pierna en cerdos alimentados con dietas adicionadas con ractopamina en la etapa de finalización.

Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en el Área Experimental de Producción Animal en la Posta Zootécnica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México, localizada en el Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México. Se



utilizaron 32 cerdos machos (Landrace x Yorkshire) con un peso vivo inicial promedio de 82.5 kg, los cuales fueron asignados a uno de los dos tratamientos experimentales y se alojaron individualmente en jaulas metabólicas, durante 5 semanas. Los cerdos fueron alimentados con una dieta comercial y los tratamientos fueron: T1: Dieta testigo y T2: Dieta testigo + Ractopamina (10 ppm). Los animales fueron pesados semanalmente para evaluar el crecimiento de los cerdos. Posteriormente, los cerdos fueron sacrificados y, se registró el peso de la canal caliente. Las canales se refrigeraron durante 24 horas a 4°C y se volvió a determinar el peso para obtener el peso de la canal fría. Finalmente, se midió la longitud de la canal (cm), la longitud de la pierna (cm), el diámetro de la pierna (cm) y el peso de la pierna (g). El volumen se midió introduciendo la pierna en recipientes aforados de 20 L de agua y se introdujo el corte primario y por desplazamiento de agua se midió el volumen. Posteriormente, se tomaron muestras del músculo *Semimembranoso* para analizar la composición química nutrimental de la carne siguiendo los procedimientos descritos por la AOAC (2006); las muestras fueron procesadas para determinar Materia Seca según el método 2001.12, Proteína Cruda usando el método de Kjeldahl (968.06), Cenizas por incineración a 550°C según el método 935.12 y Extracto Etéreo usando el método Soxhlet (920.39). Se utilizó un diseño experimental completamente al azar donde los datos recolectados fueron procesados con análisis de varianza según el procedimiento de modelo lineal general PROC GLM con ayuda del programa estadístico SAS (2002). La comparación de medias se realizó mediante el método de Tukey (Steel *et al.*, 1997).

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1, se presentan las diferencias del peso de cerdos alimentados con dietas con ractopamina en etapa de crecimiento-finalización, en donde se observó que la adición de ractopamina tuvo los valores más altos ($P < 0.05$) en el peso vivo final, al igual que se obtuvieron valores más elevados ($P > 0.05$) en el peso (kg) de la canal caliente y en el peso (kg) de la canal fría comparados con el tratamiento testigo.

En el estudio realizado por Pérez *et al.* (2005), se evaluaron los efectos de la ractopamina en relación al sexo de cerdos en fase de engorda. Se observó que la ganancia diaria de peso (GDP) presentó cambios significativos ($P < 0.001$); los machos castrados sin ractopamina exhibieron una mayor GDP en comparación con las hembras sin ractopamina (0.973 vs



0.758kg/día). Sin embargo, la inclusión de ractopamina en la dieta permitió que las hembras igualaran a los machos en este parámetro. La ractopamina adicionada en la alimentación para cerdos de engorda mejora el rendimiento, que en la actualidad es un parámetro muy relevante para las producciones dedicadas a esta especie, Apple *et al.*, (2007), concluyeron en un metaanálisis que realizaron, que la alimentación de cerdos de engorda adicionando ractopamina mejora los parámetros productivos, repercutiendo de una manera positiva en la producción de esta especie, por lo tanto, el crecimiento del animal incrementa, viéndose reflejado en el crecimiento muscular.

Cuadro 1. Peso vivo y de la canal de cerdos alimentados con dietas con ractopamina en etapa de finalización.

Variable	Tratamiento		EEM ¹	Valor de <i>P</i>
	Testigo	Ractopamina		
Peso vivo inicial (Kg)	82.18	82.50	1.37	0.996
Peso vivo final (Kg)	97.41 ^b	106.50 ^a	2.48	0.042
Peso canal caliente (Kg)	71.33 ^b	78.76 ^a	1.58	0.006
Peso canal fría (Kg)	69.92 ^b	76.57 ^a	1.37	0.003

¹Error estándar de la media, ^{a, b} Medias con distinta literal dentro de la misma hilera son diferentes ($P < 0.05$).

En el Cuadro 2 se presentan las características morfométricas de la pierna de cerdos alimentados con dietas que incluyeron ractopamina durante la fase de finalización. Los animales que recibieron ractopamina mostraron valores significativamente superiores ($P < 0.05$) en diámetro de pierna (cm), peso (g) y volumen (cc), en comparación con el grupo testigo. En contraste, la longitud de la pierna (cm) y el ancho de la pierna (cm) fueron similares entre ambos tratamientos ($P > 0.05$). Se ha reportado que una de las funciones de la ractopamina a nivel celular es favorecer la incorporación de agua al músculo, lo que contribuye a un mayor crecimiento muscular. Este efecto es especialmente notable en los músculos de la pierna, reflejándose en un aumento del diámetro en los animales que consumieron ractopamina (Mitchell, 2009). La hipertrofia muscular en la pierna favorece el incremento en volumen (cm³) y, consecuentemente, el aumento en el peso (g).



Cuadro 2. Características morfométricas de la pierna de cerdo alimentados con dietas con ractopamina en la etapa de finalización.

Variable	Tratamiento		EEM ¹	Valor de <i>P</i>
	Testigo	Ractopamina		
Longitud de pierna (cm)	38.03	36.23	1.29	0.229
Diámetro pierna (cm)	68.78 ^b	72.46 ^a	0.74	0.002
Ancho pierna (cm)	24.58	24.46	0.77	0.205
Volumen pierna (cc)	9133.30 ^b	10562.7 ^a	347.49	0.004
Peso pierna (g)	9264.20 ^b	11124 ^a	302.17	0.005

¹Error estándar de la media, ^{a, b} Medias con distinta literal dentro de la misma hilera son diferentes ($P < 0.05$).

En el Cuadro 3 se muestra el contenido nutricional del musculo *Semimembranoso* de cerdos alimentados con dietas con ractopamina en etapa de crecimiento-finalización, en donde se observó que en el porcentaje (%) de materia seca fue mayor ($P < 0.05$) en el grupo testigo en comparación a los cerdos que recibieron ractopamina. Por otro lado, los valores de proteína cruda, de humedad, cenizas y extracto etéreo fueron similares para ambos tratamientos.

Cuadro 3. Composición nutricional del músculo *Semimembranoso* de cerdos alimentados con dietas con ractopamina en etapa de finalización.

Variable	Tratamiento		EEM ¹	Valor de <i>P</i>
	Testigo	Ractopamina		
Materia Seca (%)	27.49 ^a	25.98 ^b	0.318	0.012
Humedad (%)	72.47 ^b	73.80 ^a	0.324	0.018
Cenizas (%)	1.26	1.25	0.042	0.913
Proteína Cruda (%)	23.86	22.47	0.614	0.438
Extracto Etéreo (%)	5.85	4.91	0.406	0.376

Garbossa *et al.*, (2013) analizó el contenido nutricional de la carne de cerdos alimentados sin y con ractopamina a una dosis de 0, 5, 10, 15 y 20 ppm encontrando que al adicionar mayor cantidad del aditivo en la dieta la cantidad de humedad se incrementaba en el musculo *Longissimus dorsi*, es decir las dietas que contenían 20 ppm la cantidad de agua fue mayor, en el presente estudio, se adicionaron solo 10 ppm, y se vio reflejado en un aumento en la



humedad de la carne de cerdo. Y a la vez, fue mayor cantidad de materia seca en los animales que no consumieron el aditivo, lo que indica que la adición de ractopamina incrementa la adición de agua intramuscular.

Conclusión

La ractopamina tuvo un efecto positivo sobre el crecimiento de la canal y las características morfológicas de la pierna, evidenciándose un incremento significativo en el peso, diámetro y volumen. Además, se observó un aumento en el contenido de humedad muscular, lo que indica cambios en la composición tisular asociados a la inclusión de este aditivo en la dieta.

Literatura Citada

- Apple, J. K., Rincker, P. J., McKeith, F. K., Carr, S. N., Armstrong, T. A., y Matzat, P. D. (2007). Meta-analysis of the ractopamine response in finishing swine. *The Professional Animal Scientist*, 23(3), 179-196.
- Duran, T. K., Galarza, A. R., & Moreno, P. D. (2013). Comportamiento productivo de cerdos en fase de crecimiento con dos niveles de ractopamina. *Revista Científica Agrociencias Amazonía*, 1, 48.
- Garbossa, C. A. P., Sousa, R. V. D., Cantarelli, V. D. S., Pimenta, M. E. D. S. G., Zangeronimo, M. G., Silveira, H., ... & Cerqueira, L. G. D. S. (2013). Ractopamine levels on performance, carcass characteristics and quality of pig meat. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42, 325-333.
- Meza, J. A. B., Gurrola, A. G., Ballesteros, J. A. H., y Méndez, R. N. (2017). Efecto de la ractopamina sobre rendimiento productivo y de la canal en cerdos comerciales. *EDUCATECONCIENCIA*, 13(14), 37-44.
- Mitchell, A. D. (2009). Effect of ractopamine on growth and body composition of pigs during compensatory growth. *Animal*, 3(1), 173-180.
- Pérez, A., Obispo, N. E., Palma, J., y Chicco, C. F. (2005). Efectos de la ractopamina y el nivel de lisina sobre la respuesta productiva de cerdos magros en la fase de engorde. *Zootecnia Tropical*, 23(4), 429-445.
- Steel, RGD, Torrie, JH y Dicky, DA (1997) Principios y procedimientos de estadística, un enfoque biométrico. 3.^a edición, McGraw Hill, Inc. Book Co., Nueva York, 352-358.



EVALUACIÓN DE *Moringa oleifera* Y *Clitoria ternatea* COMO FUENTES PROTEICAS SOSTENIBLES: VALOR NUTRITIVO, FERMENTACIÓN RUMINAL *in vitro* Y PRODUCCIÓN DE METANO

EVALUATION OF *Moringa oleifera* AND *Clitoria ternatea* AS SUSTAINABLE PROTEIN SOURCES: NUTRITIVE VALUE, *in vitro* RUMINAL FERMENTATION, AND METHANE PRODUCTION

Y.A. Olvera-Ramírez^{1,*}, N.A. Sánchez-Guerra¹, A.G. Limas-Martínez², R. Lazalde-Cruz³, Y.S. Valdés-García³, E.R. Alvarado-Ramírez¹

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, Tamaulipas, México. ²Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, Tamaulipas, México. ³Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California, México.

Resumen

El objetivo de este estudio fue comparar el valor nutricional de *M. oleifera* y *C. ternatea* frente a *M. sativa* y evaluar su efecto sobre la fermentación ruminal *in vitro*, así como sobre la producción de gas total (GT) y metano (CH₄). El contenido de materia orgánica fue mayor en *M. oleifera* y *C. ternatea* que en *M. sativa* ($p < 0.001$), mientras que la proteína cruda fue similar entre *M. sativa* y *M. oleifera* y superior en *C. ternatea* ($p < 0.001$). Asimismo, *M. oleifera* presentó niveles más altos de carbohidratos no estructurales y más bajos de fibra detergente neutro y ácido ($p < 0.001$), seguida de *C. ternatea* y, finalmente, *M. sativa*. Esta misma tendencia se observó en la producción de GT y CH₄, lo que reflejó un perfil de fermentación ruminal más eficiente. En conclusión, *M. oleifera* y *C. ternatea* tienen potencial como fuentes alternativas de proteína para rumiantes, comparable e incluso superior al de *M. sativa*.

Abstract

The objective of this study was to compare the nutritional value of *M. oleifera* and *C. ternatea* with *M. sativa* and to evaluate their effect on *in vitro* ruminal fermentation, as well as on total gas (GT) and methane (CH₄) production. Organic matter content was higher in *M. oleifera* and



C. ternatea than in *M. sativa* ($p < 0.001$), while crude protein was similar between *M. sativa* and *M. oleifera* and higher in *C. ternatea* ($p < 0.001$). Likewise, *M. oleifera* showed higher levels of non-structural carbohydrates and lower levels of neutral and acid detergent fiber ($p < 0.001$), followed by *C. ternatea* and, finally, *M. sativa*. The same trend was observed in GT and CH₄ production, reflecting a more efficient ruminal fermentation profile. In conclusion, *M. oleifera* and *C. ternatea* have potential as alternative protein sources for ruminants, comparable to or even superior to *M. sativa*.

Introducción

Los rumiantes desempeñan un papel esencial en la seguridad alimentaria al transformar de manera eficiente materiales fibrosos en productos de alto valor nutricional para el consumo humano (Belete et al., 2024), aunque durante la fermentación ruminal del alimento producen metano (CH₄), un gas que contribuye al calentamiento global. Además, para lograr una producción de calidad requieren de fuentes proteicas de alto valor nutritivo y, aunque *Medicago sativa* ha sido la opción convencional más utilizada (Heuschele et al., 2023), en regiones donde no se cultiva su disponibilidad es limitada y su adquisición representa un costo elevado. Ante este panorama, *Moringa oleifera* y *Clitoria ternatea* se posicionan como fuentes no convencionales de proteína con alto potencial para la nutrición de rumiantes. *M. oleifera* destaca por su elevado valor nutritivo y su capacidad para mejorar la eficiencia alimentaria y reducir las emisiones de CH₄ (Amad y Zentek, 2023). Por su parte, *C. ternatea*, sobresale por alto contenido proteico y su capacidad para modular la fermentación ruminal y disminuir la producción de CH₄ (Oguis et al., 2019). Por ello, el objetivo de este estudio fue comparar el valor nutricional de *M. oleifera* y *C. ternatea* frente a *M. sativa*, y evaluar su efecto sobre la fermentación ruminal *in vitro* y la producción de gas total (GT) y CH₄.



Materiales y métodos

El forraje de *M. oleifera* y *C. ternatea* se produjo bajo condiciones de temporal en Ciudad Victoria, Tamaulipas, México (23° 52' 55" N, 99° 13' 07" O; 261 msnm), y en ambos casos la cosecha se realizó a los 56 días de rebrote. En cuanto a *M. sativa*, aunque no se cultiva en la región, se incluyó en la evaluación por ser una fuente convencional de proteína y fue adquirida en un comercio local. La materia orgánica (MO) y la proteína cruda (PC) se determinaron mediante los métodos de la AOAC (1990), mientras que la fibra detergente neutro (FDN) y la fibra detergente ácido (FDA) se estimaron siguiendo la metodología de Van Soest et al. (1991). Los carbohidratos no estructurales (CNE) se calcularon con la fórmula: $CNE = 1000 - (PC + FDN + \text{extracto etéreo} + \text{materia mineral (MM)})$. La incubación se realizó en viales de vidrio ámbar de 120 mL, en los que se colocaron 500 mg de muestra (cuatro viales por fuente de proteína), junto con 40 mL de medio nutritivo y 10 mL de líquido ruminal filtrado, y se mantuvieron en un baño maría a 39 ± 1 °C. La producción de GT y de CH₄ se midió entre las 3 y 72 h postincubación, utilizando un transductor digital de presión y un analizador portátil de biogás. Al concluir la última medición, el contenido de los viales se filtró para determinar el pH y estimar la degradabilidad de la materia seca (DMS). La producción total de ácidos grasos de cadena corta (AGCC), la biomasa microbiana (PBM) y el factor de partición (FP) se calcularon con base en las ecuaciones propuestas por Getachew et al. (2002) y Blümmel et al. (1997). Todas las variables se analizaron bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, utilizando el procedimiento GLM del programa SAS. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey, considerando diferencias significativas cuando $p \leq 0.05$.

Resultados y discusión

El contenido de MO fue mayor ($p < 0.001$) en *M. oleifera* y *C. ternatea* en comparación con *M. sativa*, lo que se explicó por el mayor contenido de MM en *M. sativa*, dado que la MO y la MM



son inversamente proporcionales (Zhang et al., 2023). En cuanto a la PC, *M. sativa* y *M. oleifera* mostraron valores similares ($p < 0.001$), mientras que *C. ternatea* presentó un contenido superior, lo que coincidió parcialmente con lo señalado por Belete et al. (2024), quienes destacan que las especies arbóreas y arbustivas suelen presentar una mayor concentración proteica que las herbáceas. En *M. oleifera*, la ausencia de esta tendencia se atribuyó a su incapacidad para fijar nitrógeno atmosférico (Zhang et al., 2023). Por otra parte, *M. oleifera* presentó niveles más altos de CNE y más bajos de FDN y FDA ($p < 0.001$; Tabla 1) que *M. sativa* y *C. ternatea*, lo que podría atribuirse a factores ambientales y de manejo agronómico (Belete et al., 2024). Los mayores valores de GT y CH₄ se registraron en *M. sativa*, lo cual se explicó por su mayor contenido de fibra, que incrementó el volumen de gas y cuya descomposición probablemente favoreció la producción de ácido acético y butírico, metabolitos que aumentan la disponibilidad de hidrógeno (H₂) para la metanogénesis (Morsy et al., 2024).

Tabla 1. Valor nutritivo de *Medicago sativa*, *Moringa oleifera* y *Clitoria ternatea*. ¹

Componente ²	Alfalfa	Moringa	Clitoria	EEM ³	Valor <i>p</i>
MO (g kg ⁻¹ MS)	881.38 ^b	902.14 ^a	904.66 ^a	0.929	<0.001
PC (g kg ⁻¹ MS)	191.75 ^b	194.63 ^b	245.97 ^a	1.622	<0.001
FDN (g kg ⁻¹ MS)	518.08 ^a	321.72 ^c	413.45 ^b	7.371	<0.001
FDA (g kg ⁻¹ MS)	352.66 ^a	131.28 ^c	255.22 ^b	2.173	<0.001
CNE (g kg ⁻¹ MS)	149.47 ^c	333.43 ^a	217.00 ^b	8.637	<0.001

¹ Las medias en la misma fila con diferentes letras (a-c) en superíndice son significativamente diferentes ($p < 0,05$) según la prueba de Tukey. ² MO, materia orgánica; MS, materia seca; PC, proteína cruda; FDN, fibra detergente neutro; FDA, fibra detergente ácido. ³ EEM, error estándar de la media.

En contraste, *M. oleifera* y *C. ternatea* presentaron los valores más bajos, lo que sugiere que la fermentación probablemente se orientó hacia una mayor proporción de propionato, un AGCC que consume H₂ y se asocia con una mayor disponibilidad de CNE (Zhang et al., 2023; Morsy et al., 2024; Tabla 2).

El pH se mantuvo dentro del rango normal (6.0–7.0) en todas las especies, y la DMS fue superior en *M. oleifera* y *C. ternatea* ($p < 0.001$), lo que se explica por su mayor contenido de PC y CNE y su menor contenido de fibra (Scott et al., 2025). Sin embargo, la producción de AGCC en estas especies fue inferior a la de *M. sativa* ($p < 0.006$), probablemente debido al



mayor volumen de gas generado por esta última. A pesar de ello, *M. oleifera* y *C. ternatea* presentaron una mayor PBM ($p < 0.004$) y un FP dentro del rango teórico ($p < 0.002$; Tabla 3), lo que refleja una fermentación más eficiente (Morsy et al., 2024).

Tabla 2. Producción (mL) ruminal *in vitro* de gas total (GT) y metano (CH₄) por unidad de materia seca (MS) incubada y degradada de *Medicago sativa*, *Moringa oleifera* y *Clitoria ternatea*.¹

Parámetro	Alfalfa	Moringa	Clitoria	EEM ²	Valor <i>p</i>
mL g⁻¹ MS incubada					
GT	238.06 ^a	212.81 ^b	196.78 ^b	4.821	0.007
CH ₄	63.88 ^a	36.83 ^c	49.36 ^b	2.412	<0.001
mL g⁻¹ MS degradada					
GT	423.61 ^a	337.65 ^b	318.62 ^b	9.597	<0.001
CH ₄	113.62 ^a	58.46 ^c	80.01 ^b	4.272	<0.001

¹ Las medias en la misma fila con diferentes letras (a-b) en superíndice son significativamente diferentes ($P < 0,05$) según la prueba de Tukey. ² EEM, error estándar de la media.

Tabla 3. Parámetros de la fermentación ruminal *in vitro* de *Medicago sativa*, *Moringa oleifera* y *Clitoria ternatea*.¹

Parámetro ²	Alfalfa	Moringa	Clitoria	EEM ³	Valor <i>p</i>
pH	6.87 ^{ab}	6.86 ^b	6.90 ^a	0.008	0.023
DMS (mg g ⁻¹ MS)	562.02 ^b	630.92 ^a	618.34 ^a	9.258	0.001
AGCC (mmol g ⁻¹ MS)	5.28 ^a	4.72 ^b	4.36 ^b	0.107	0.006
PBM (mg g ⁻¹ MS)	457.28 ^b	537.28 ^a	531.75 ^a	9.671	0.004
FP ₂₄ (mg DMS mL ⁻¹ gas)	2.36 ^b	2.97 ^a	3.15 ^a	0.081	0.002

¹ Las medias en la misma fila con diferentes letras (a-c) en superíndice son significativamente diferentes ($p < 0,05$) según la prueba de Tukey. ² pH, potencial de hidrógeno ruminal; MS, materia seca; DMS, degradabilidad de la materia seca (mg g⁻¹ MS); AGCC, ácidos grasos de cadena corta; PBM, producción de biomasa microbiana; FP, factor de partición. ³ EEM, error estándar de la media.

Se concluye que, aunque con beneficios nutricionales y ambientales diferenciados, *M. oleifera* y *C. ternatea* tienen potencial como fuentes no convencionales de proteína para rumiantes, comparable e incluso superior al de *M. sativa*. Además, los resultados sugieren que, más allá del nivel de PC, el equilibrio de este nutriente con las fracciones degradables (CNE) y fibrosas (FND y FDA) es determinante para optimizar la eficiencia de la fermentación ruminal y reducir la producción de CH₄.



Literatura citada

- AOAC. (1990). Official methods of analysis. 15th edition. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, USA. 672p.
- Van Soest, P.J.; Robertson, J.B.; Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74 (10): 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Getachew G, Makkar HPS, Becker K (2002) Tropical browses: contents of phenolics compounds, in vitro gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acid and in vitro gas production. *Journal of Agricultural Science* 139 (3): 341-352. <https://doi.org/10.1017/S0021859602002393>
- Blümmel, M., Steingss, H., and Becker, K. (1997). The relationship between *in vitro* gas production, *in vitro* microbial biomass yield and 15N incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. *British Journal of Nutrition*, 77(6), 911-921. <https://doi.org/10.1079/BJN19970089>
- Heuschele, D. J., Gamble, J., Vetsch, J. A., Shaeffer, C. C., Coulter, J. A., Kaiser, D. E., ... & Samac, D. A. (2023). Influence of potassium fertilization on alfalfa leaf and stem yield, forage quality, nutrient removal, and plant health. *Agrosystems, Geosciences & Environment*, 6(1), e20346. <https://doi.org/10.1002/agg2.20346>
- Amad, A. A., & Zentek, J. (2023). The use of *Moringa oleifera* in ruminant feeding and its contribution to climate change mitigation. *Frontiers in Animal Science*, 4, 1137562. <https://doi.org/10.3389/fanim.2023.1137562>
- Oguis, G. K., Gilding, E. K., Jackson, M. A., & Craik, D. J. (2019). Butterfly pea (*Clitoria ternatea*), a cyclotide-bearing plant with applications in agriculture and medicine. *Frontiers in plant science*, 10, 645. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00645>
- Zhang, X., Liu, Y., Kong, F., Wang, W., & Li, S. (2023). Comparison of Nutritional Components, Ruminal Degradation Characteristics and Feed Value from Different Cultivars of Alfalfa Hay. *Animals*, 13(4), 734. <https://doi.org/10.3390/ani13040734>
- Belete, S., Tolera, A., Betsha, S., & Dickhöfer, U. (2024). Feeding Values of Indigenous Browse Species and Forage Legumes for the Feeding of Ruminants in Ethiopia: A Meta-Analysis. *Agriculture*, 14(9), 1475. <https://doi.org/10.3390/agriculture14091475>
- Morsy, T.A.; Kholif, A.E.; Adegbeye, M.J.; Olafadehan, O.A.; Gouda, G.A.; Fahmy, M.; Chahine, M. (2024) Lupin Seed Supplementation as a Functional Feed Additive: In Vitro Ruminal Gas, Methane and Carbon Dioxide Production, Fermentation Kinetics, and Nutrient Degradability. *Animals* 2024, 14, 2119. <https://doi.org/10.3390/ani14142119>
- Scott, M. D. E., John, E. N., & Jones, K. R. (2025). In vitro ruminal fermentation kinetics of alternative supplemental feeds formulated with by-products from food crops. *Dairy Science and Management*, 2(1), 5. <https://doi.org/10.1186/s44363-025-00006-w>



INFLUENCIA DE LA DEFOLIACIÓN EN LA COMPOSICIÓN DE CARBOHIDRATOS DEL PASTO MAVUNO (*Urochloa brizantha* x *U. ruziziensis*) EN LA ÉPOCA SECA

INFLUENCE OF DEFOLIATION ON THE CARBOHYDRATE COMPOSITION OF MAVUNO GRASS (*Urochloa brizantha* x *U. ruziziensis*) IN THE DRY SEASON

M. Chávez-Espinoza^{1,*}, O. D. Montañez-Valdez¹, A. Ley de Coss², C. E. Guerra-Medina³, N. C. Vasquez-Aguilar⁴

¹Grupo de Investigación en Nutrición Animal (GINA). Universidad de Guadalajara, Centro Universitario del Sur. Ciudad Guzmán, Jalisco, México C. P. 49000. ²Cuerpo Académico Desarrollo Agropecuarios Sustentable. Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agronómicas; Campus V. Villaflores, Chiapas, México. C. P. 30470. ³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación del Pacífico Sur. Rosario Izapa, Tuxtla Chico, Chiapas, México. C. P. 30890. ⁴Facultad de agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León, General Escobedo, México. C. P. 66050.

Resumen

El objetivo del presente estudio fue determinar la respuesta del pasto Mavuno (*Urochloa brizantha* x *U. ruziziensis*) a la intensidad de defoliación en la composición de contenido de carbohidratos durante la época seca en la región sur de Jalisco. El estudio se llevó a cabo en praderas experimentales establecidas en Gómez Farfías, Jalisco, de enero a abril de 2024. El diseño experimental fue completamente al azar, distribuido en un arreglo factorial 4 x 3, con cuatro edades de rebrote (30, 45, 60 y 90 días) y tres intensidades de defoliación (5, 10 y 15 cm). Se encontró una diferencia significativa debido a los factores y su interacción ($p < 0.05$). Los contenidos de carbohidratos totales, hemicelulosa, celulosa y carbohidratos no estructurales (CNE) no mostraron un aumento ascendente estable en su contenido a medida que avanza el estado de madurez, mientras que con 10 cm de intensidad favorece la concentración de CNE.



Abstract

The aim of the present study was to determine the response of Mavuno grass (*Urochloa brizantha* x *U. ruziziensis*) to defoliation intensity on the foliar composition of carbohydrate content during the dry season in southern Jalisco. The research was carried out in experimental grasslands established in Gómez Farías, Jalisco, from January to April 2024. The experimental design was completely randomized, distributed in a 4 x 3 factorial arrangement, with four regrowth ages (30, 45, 60, and 90 days) and three defoliation intensities (5, 10, and 15 cm). A significant difference was found due to the factors and their interaction ($p < 0.05$). Total carbohydrates, hemicellulose, cellulose, and non-structural carbohydrates (NSC) contents did not show a stable upward increase with advancing maturity, while 10 cm of intensity favoured the concentration of NSC.

Introducción

El excedente de unidades animales en México ha provocado la sobreexplotación de los pastizales, con el consiguiente deterioro de los recursos naturales (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2021). Una alternativa para la producción de forraje podría ser el cultivo de la brachiaria 'Mavuno' (*Urochloa brizantha* x *U. ruziziensis*), una gramínea perenne liberada en Brasil, de clima cálido y con potencial para su uso como forraje en regiones subtropicales. Para optimizar el uso del forraje es esencial identificar el momento adecuado de cosecha, rendimiento, calidad y la persistencia de la planta. Estos factores que influyen en la acumulación de forraje pueden verse alterados por la carga animal, la cual está relacionada con la intensidad de la defoliación, lo cual afecta la disponibilidad de productos fotosintéticos (carbohidratos) en los tallos (Cruz-Hernández *et al.*, 2017).



Materiales y Métodos

El trabajo experimental se realizó en la época de seca del sur de Jalisco en el Complejo de Investigación Gómez Farías de la Universidad de Guadalajara, ubicado en la cabecera municipal del municipio de Gómez Farías, Jalisco, México. Se localiza en las coordenadas 19° 47' 38.76" latitud norte y - 103° 28' 37.92" de longitud oeste, a una altura de 1,506 metros sobre el nivel del mar (msnm). La mayor parte del municipio tiene un clima semicálido semihúmedo. La temperatura media anual es de 16.1°C, y su temperatura mínima y máxima promedio oscila entre los 4.1 °C y 27.2 °C. La precipitación media anual es de 1,174 milímetros (mm) mientras que la precipitación promedio acumulada es de 607.30 mm (IIEG, 2022).

Se propusieron los siguientes niveles de defoliación: a) 5, b) 10, y c) 15 cm y las siguientes edades de corte: a) 30, b) 45, c) 60, y d) 90 días, el estudio se llevó a cabo del 11 de enero al 11 de abril del 2024, para determinar su efecto en el contenido de carbohidratos totales (CT), celulosa, hemicelulosa y carbohidratos no estructurales (CNE) de la materia seca del pasto Mavuno en la época de seca del sur de Jalisco. El muestreo se llevó a cabo por triplicado en una superficie de 1 m² en parcelas de 5 x 5 m.

Las muestras se enviaron al Laboratorio de Nutrición y Calidad de Alimentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México, donde se analizaron la fibra detergente neutro (FDN, %) y la fibra detergente ácido (FDA, %) utilizando un digestor de fibra ANKOM₂₀₀₀ (ANKOM Technologies, Fairport, Nueva York, EUA); a su vez, la lignina detergente ácido (LDA) se determinó solubilizando celulosa con ácido sulfúrico, siguiendo los procedimientos descritos por Van Soest et al. (1991). Las estimaciones de hemicelulosa (FDN-FDA, %) y celulosa (FDA-LDA, %) se obtuvieron por diferencia (Lanzas *et al.*, 2007). Los CT y



CNF se determinaron mediante las expresiones: $CT = 100 - (\% PC + \% EE + \% \text{ cenizas})$; y $CNF = 100 - (\% PC + \% EE + \% FDN + \text{Cenizas})$ (Sniffen et al. 1992).

Resultados y Discusión

La temperatura media mensual del aire durante el estudio varió de 9.0 °C en febrero a 30.6 °C en marzo. La precipitación acumulada registrada durante el período experimental fue de 33.3 mm. En el cuadro 1 muestra los resultados obtenidos del contenido de carbohidratos totales, estructurales y no estructurales del pasto híbrido Mavuno en este estudio. Se encontró una diferencia significativa en todas las variables analizadas debido a los factores y su interacción.

Cuadro 1. Composición del contenido foliar de carbohidratos del pasto Mavuno a diferentes niveles de intensidad de defoliación y edad de rebrote en la época seca.

Edad de rebrote	Intensidad de defoliación (cm)	CT	Hemicel	Cel	CNF ¹
30 d	5	69.88 ^{bcd}	25.98 ^{bcd}	20.70 ^{ab}	18.96 ^e
	10	67.64 ^d	25.03 ^{cd}	17.02 ^{def}	22.14 ^d
	15	73.75 ^a	28.57 ^a	22.45 ^a	19.06 ^e
45 d	5	69.78 ^{bcd}	23.91 ^d	16.79 ^{ef}	24.71 ^{abcd}
	10	68.51 ^{cd}	24.16 ^d	15.37 ^f	25.43 ^{abc}
	15	73.04 ^{ab}	26.06 ^{bcd}	18.97 ^{bc}	24.44 ^{abcd}
60 d	5	71.53 ^{abc}	25.71 ^{bcd}	17.53 ^{cde}	23.98 ^{bcd}
	10	74.10 ^a	25.37 ^{bcd}	17.86 ^{cde}	26.93 ^a
	15	72.88 ^{ab}	25.18 ^{bcd}	16.94 ^{def}	26.73 ^a
90 d	5	73.39 ^a	27.52 ^{ab}	18.80 ^{bcd}	22.91 ^{cd}
	10	74.70 ^a	26.71 ^{abc}	16.62 ^{ef}	27.21 ^a
	15	74.66 ^a	26.75 ^{abc}	17.26 ^{cdef}	25.07 ^{abcd}
Factores Valor-p	Edad de rebrote (A)	0.00	0.00	0.00	0.00
	Intensidad de defoliación (B)	0.00	0.00	0.00	0.00
	A × B	0.00	0.00	0.00	0.03
	EEM*	0.65	0.47	0.37	0.58

¹CT; Carbohidratos totales, Hemicel; Hemicelulosa, Cel; Celulosa, CNF; Carbohidratos no estructurales. ^{abcde} Literal diferente diferencia significativa a prueba de Tukey ($p \leq 0.005$). *EEM: Error estándar de la media.

Los valores más bajos de CT se obtuvieron en la etapa de crecimiento de 30 d × 10 cm de altura residual (67.64 %), mientras que los más altos se encontraron en la etapa de rebrote de



90 d × 15 cm (74.66 %). Los contenidos de hemicelulosa más altos (28.57 %) y los más bajos (23.91 %) se encontraron en la interacción de 30 d de rebrote × 15 cm y 45 d de rebrote × 5 cm, respectivamente. Los mayores valores de celulosa se registraron con la interacción 30 d rebrote × 15 cm (22.45 %), mientras que los menores en la interacción 45 d rebrote × 10 cm (15.37 %), según Emerenciano Neto *et al.* (2019), un intervalo más corto entre cortes puede ayudar a reducir la cantidad de componentes estructurales, haciéndolos más nutritivos para los animales. Para los niveles de CNF, la interacción de pasto Mavuno de 30 d rebrote × 5cm (18.96 %) mostró el más bajo, mientras que en la interacción 90 d rebrote × 10 cm (27.21 %) fue mayor. Los pastos tropicales, en general, muestran valores relativamente bajos de CNF porque esos pastos acumulan estos carbohidratos en las raíces y en la base del tallo (Campos *et al.*, 2010). La interacción entre cualquier edad de corte × 10 cm de altura residual, mostro mayor cantidad de CNF por lo que se infiere, que con ese nivel de defoliación el pasto Mavuno no transloca esas reservas de energía a sus raíces y tallo, para futuros rebrotes, un mayor contenido de CNF en el forraje, conlleva una fuente de energía fácilmente fermentable que puede influir en los niveles de carbohidratos y proteínas disponibles en el rumen y aumentar la síntesis de ácidos grasos volátiles y proteína microbiana (Wei *et al.*, 2021). En conclusión, se recomienda cosechar el pasto Mavuno a 45 d de crecimiento para evitar la acumulación de carbohidratos estructurales y para fomentar el contenido CNE se recomienda una intensidad de defoliación moderada (10 cm) en la temporada de seca del sur de Jalisco.

Literatura Citada

- Campos, P. R. de S. S., Silva, J. F. C. da ., Vásquez, H. M., Vittori, A., & Silva, M. de A. (2010). Fractions of carbohydrates and of nitrogenous compounds of tropical grasses at different cutting ages. *Revista Brasileira De Zootecnia*, 39(7), 1538–1547.
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000700021>



- Emerenciano Neto, J. V., Bezerra, M. G. da S., França, A. F. de ., Aguiar, E. M. de ., & Difante, G. dos S. (2019). Características estruturais e produtivas em híbridos intraespecíficos e interespecíficos de capim-elefante. *Ciência Animal Brasileira*, 20: e-46788. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v20e-46788>
- Enríquez-Quiroz JF, Esqueda-Esquivel VA, Martínez-Méndez D (2021) Rehabilitación de praderas degradadas en el trópico de México. *Revista Mexicana Ciencias Pecuarias*, 12:43-260. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5876>
- IIEG. Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (2022) Gómez Farías. Diagnóstico del municipio. Jalisco, Gobierno del Estado.
- Lanzas, C., Sniffen, C. J., Seo, S., Tedeschi, L. O., & Fox, D. G. (2007). A revised CNCPS feed carbohydrate fractionation scheme for formulating rations for ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 136(3-4), 167-190. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.08.025>
- Sniffen CJ, O'connor JD, Van Soest PJ, Fox DG, Russell JB (1992) A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*. 70:3562-3577. <https://doi.org/10.2527/1992.70113562x>
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA (1991) Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74:3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Wei, Z., Xie, X., Xue, M., Valencak, T. G., Liu, J., & Sun, H. (2021). The Effects of Non-Fiber Carbohydrate Content and Forage Type on Rumen Microbiome of Dairy Cows. *Animals*, 11(12), 3519. <https://doi.org/10.3390/ani11123519>



CONSERVACIÓN DE SEMEN DE VERRACO EN CÁMARA REFRIGERADA AUTOMÁTICA O MANUAL CON DILUYENTE DE LARGA DURACIÓN

STORAGE OF BOAR SEMEN INTO AUTOMATIC REFRIGERATED OR MANUAL COOLER IN LONG-TERM EXTENDER

A. Montana-Salmerón¹, E. Sáenz-Flores¹, C. Palma-Urías¹, L. García-Flores¹, N. Arce-Vázquez², J. González-Maldonado², y L. Buenabad^{1*}

¹Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, 31453, México.

²Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali 21100, México

Resumen

Se utilizaron 10 eyaculados de verraco (Landrace) para evaluar la influencia de tipo de cámara de refrigeración sobre las características del semen. Los tratamientos consistieron en un enfriador de botellas con controlador automático de temperatura (BWC) o hielera de espuma de poliestireno con geles refrigerantes congelados (SCB). Las dosis de semen fueron preparadas a una concentración de 2.5×10^9 células dosis⁻¹ y preservadas en BWC y SCB. Se evaluaron las características del semen a la dilución, 3 y 6 d de preservación. La temperatura interior del BWC y SCB promediaron 17.5 y 17.9 °C, respectivamente. No hubo diferencias ($P > 0.05$) entre las características del semen preservado en BWC y SCB y evaluadas a 3 y 6 d de la dilución. La motilidad progresiva se mantuvo (60-70%) dentro del rango (60-80%) empleado en la porcicultura comercial. La cámara BWC y SCB mantuvieron las características del semen de verraco a nivel aceptable para inseminación artificial. Palabras clave: semen porcino; preservador de semen; motilidad.

Abstract

Ten boar semen ejaculates (Landrace) were used to evaluate the influence of type of boar semen storage unit on semen characteristics. Treatments consisted of thermo-electric bottle wine cooler (BWC) and Styrofoam cooler box provided with froze ice packs (SCB). Boar semen ejaculates were extended to achieve 2.5×10^9 cell/dose of boar semen and kept it into the BWC and SCB. Boar semen characteristics were evaluated at extending, 3 and 6 d following extending. The BWC and SCB internal temperature averaged 17.5 y 17.9 °C, respectively. There was no difference ($P > 0.05$) on semen characteristics between those stored into the BWC and SCB and evaluated at 3 and 6 d from extending. The progressive motility (60-70%) was



kept within the threshold (60-80%) at which boar semen is used in pig factory farming. The BWC and SCB semen storage units kept the evaluated boar semen characteristics acceptable for artificial insemination. Keywords: boar semen; boar semen storage unit; motility

Introducción

La inseminación artificial (IA) es el método reproductivo por excelencia utilizado en la producción porcina industrial (Waberski *et al.*, 2019; Maside *et al.*, 2023); sin embargo, en la porcicultura familiar contrasta con su uso limitado. Se atribuyen factores como el desconocimiento de la técnica, manejo reproductivo deficiente, limitada disponibilidad de dosis de semen al menudeo, y costo de la cámara de preservación especializada para dosis de semen porcino en fresco. Las cámaras automatizadas comerciales disponibles en México son de importación (IMV Technologies; MiniTube; Magapor) y de costo elevado, además de capacidad de almacenamiento excedida (>250 dosis) en comparación con las necesidades de la porcicultura familiar (<25 dosis). En este sentido, algunos porcicultores de pequeña escala cubren sus necesidades de preservación de semen porcino en fresco con un enfriador de botellas con controlador automático de la temperatura (BWC) o hielera de espuma de poliestireno con geles refrigerantes congelados (SCB) con resultado prometedores, pero posiblemente variables. La evaluación sistemática de la temperatura interna de estos dispositivos es limitada y tampoco se conoce la influencia que esta tiene sobre las características del semen. Con base en evidencias limitadas de campo se especula que BWC pudiera mantener las condiciones de temperatura dentro del rango recomendado para la preservación de semen de verraco (SV) en fresco (15 a 20 °C; Henning *et al.*, 2022) de manera más consistente que SBC. El objetivo fue evaluar la influencia del tipo de cámara de enfriamiento sobre las características del SV preservado en fresco.

Materiales y métodos

Se utilizaron 10 eyaculados obtenidos de un verraco joven (Landrace; 11 m de edad; PROSEMEN, Méx.) de fertilidad probada para evaluar la influencia de tipo de cámara de refrigeración sobre las características del SV procesado con diluyente de larga duración. El verraco fue manejado siguiendo las especificaciones para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio (NOM-062-ZOO-1999,2001). La prueba se llevó a cabo en el Centro de Producción Porcina de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de



Chihuahua. El eyaculado se obtuvo con el apoyo de un potro de extracción utilizando la técnica de la mano enguantada y colectado en una bolsa para recolección de semen con filtro, alojada en un termo. El eyaculado fue transportado al laboratorio y procesado inmediatamente. Se registró el volumen, consistencia (0-5), y motilidad masal (0-5) y progresiva. La concentración espermática se determinó utilizando una cámara de Neubauer y microscopio (10X; Olympus CX23, Olympus Corporation). El diluyente para SV (ACROMAXplus, acción prolongada 7-8 d; ARQUIMEA, España) fue preparado en baño maría (36 °C) permitiendo un reposo de 30 min antes de su uso. El SV se diluyó para obtener una concentración de 2.5×10^9 células por dosis de semen (80 mL). Previamente se determinó la temperatura nominal del BWC (15 °C) adecuada para mantener una temperatura interna de 17 °C conteniendo una docena de dosis de SV. Una vez que las dosis de SV alcanzaron la temperatura ambiente, cuatro dosis de SV por eyaculado fueron alojadas en el BWC (22 L; Gutstark, México) y SCB (dos geles refrigerantes congelados de 350 g, reemplazados a 0700, 1200 y 2100 h, aproximadamente; 4.7 L). Se evaluó la motilidad progresiva, viabilidad y normalidad espermática de manera subjetiva en las dosis de SV recién diluidas (d 0), así como a los tres y seis días posteriores a la dilución. Se registró la temperatura ambiente de la habitación donde se encontraban las cámaras de preservación, así como la temperatura del interior de estas de manera continua durante 40 días (primavera-verano 2025; Kestrel DROP D2 Wireless Temperature & Humidity Data Logger; Kestrel Instruments; Boothwyn, PA, US). Los datos obtenidos fueron analizados en un diseño completamente al azar utilizando un modelo mixto lineal para medidas repetidas en el tiempo (SAS Inst. Inc., Cary, NC; Versión 9.1). El modelo estadístico utilizado $Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + (TP)_{ij} + e_{ijk}$, donde: Y_{ijk} , variable de respuesta en estudio; μ , media común, T_i , efecto del i-ésimo tratamiento; P_j , efecto de la j-ésimo día; $(TP)_{ij}$, efecto del i-ésimo tratamiento en interacción con el efecto del j-ésimo día; e_{ijk} , error aleatorio.

Resultados y discusión

La temperatura ambiente en la habitación durante el periodo evaluado tuvo una media, máxima y mínima de 26.5, 32.1, y 19.0 °C, respectivamente. La oscilación diurna de la temperatura en la habitación (13.1 °C) estuvo influenciada por la radiación solar y el empleo del aire acondicionado (<26 °C; 0800-1500 h). La temperatura al interior del BWC fue de 17.5, 20.4, y 15.4 °C, para la temperatura media, máxima, y mínima durante el periodo evaluado, respectivamente (figura 1). Aunque el BWC no fue diseñado para mantener un control de

temperatura riguroso acorde a las necesidades para la preservación de SV, este presentó una oscilación moderada (5.0 °C). Los valores de temperatura observados en esta prueba se ubicaron dentro del rango de temperatura recomendado para la preservación de SV en fresco (15 a 20 °C; Henning *et al.*, 2022). Por otra parte, el sistema de refrigeración SCB es ampliamente utilizado para el envío de SV en fresco para su uso en la porcicultura familiar. La temperatura al interior de la SCB fue de 17.9, 24.3, y 10.0 °C, para la temperatura media, máxima, y mínima, respectivamente.

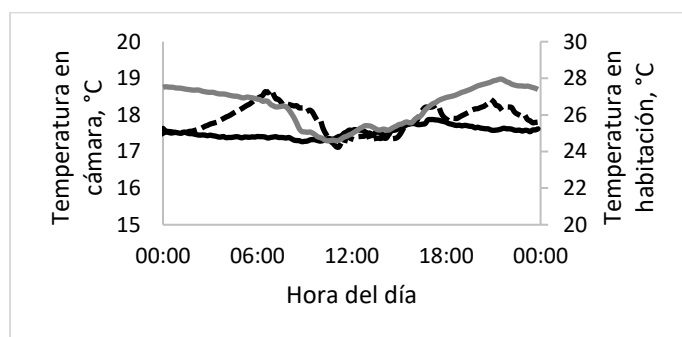


Figura 1. Temperatura al interior del BWC y la SCB. Línea negra continua, guion negro y línea gris, indican temperatura promedio en el BWC, la SCB y la temperatura ambiente en la habitación, respectivamente.

Tanto en el BWC como la SCB, la temperatura promedio fue similar a la temperatura óptima de almacenamiento para el SV en fresco (18 °C; Thema *et al.*, 2022); sin embargo, el rango de variación de la temperatura en la SCB fue más amplia (13.3 °C) en comparación al BWC (5 °C). La disminución de la temperatura por debajo de 15 °C podría generar afectaciones en la calidad espermática debido a que estos son sensibles a las bajas temperaturas (Henning *et al.*, 2022). Por el contrario, la temperatura superior a 20 °C se considera que induce a la deficiencia de energía debido a la mayor actividad metabólica de la célula; sin embargo, Henning *et al.*, (2022) reportaron que la preservación a 25 °C mantuvo la calidad y estatus energético espermático. La evaluación convencional de las características del SV en campo comprende la concentración, motilidad y morfología espermática, principalmente (Maside *et al.*, 2023). El volumen del eyaculado (190 ± 34.82 mL) y la concentración espermática ($182.75 \pm 57.19 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$) de las muestras utilizadas fueron similar y menor a lo reportado para cerdos de la edad y raza (Knecht *et al.*, 2017). La reducida concentración espermática observada fue asociada a la temporada del año (Knecht *et al.*, 2017), ya que el índice de



temperatura y humedad (ITH) calculado durante la prueba fue de 75.12, 84.46, y 67.07 para la media, máximo y mínimo, respectivamente, las cuales son condiciones ambientales que ocasionan estrés por calor en porcinos (ITH>74). El efecto de tratamientos sobre las características del SV preservado en fresco se muestra en el cuadro 1. La motilidad progresiva, viabilidad y normalidad observadas al momento de la dilución fueron consideradas promedio-baja la raza (Szymanowicz *et al.*, 2019; Górski *et al.*, 2021). La viabilidad y normalidad espermática del SV preservado a 16-18°C por 3 d permanecieron sin cambios ($P>0.05$), excepto por la reducción de 10 unidades porcentuales en motilidad en ambos dispositivos de preservación. La motilidad se reduce de manera natural dentro de los primeros 3 o 4 d de preservación en fresco (Namuncura *et al.*, 2020).

Cuadro 2. Características del semen preservado en fresco en dos tipos de cámaras de refrigeración.

Concepto	BWC ¹	SCB ²	EEM ³	Valor de <i>P</i>
<i>Inicial</i>				
Motilidad progresiva, %	85.00 ^a	86.00 ^a	0.93	0.483
Viabilidad espermática, %	74.50	75.44	1.66	0.696
Normalidad, %	87.20	86.05	2.40	0.923
<i>Día 3</i>				
Modalidad progresiva, %	75.00 ^b	73.00 ^b	1.59	0.483
Viabilidad espermática, %	76.11	74.85	2.25	0.696
Normalidad, %	86.20	87.50	2.34	0.923
<i>Día 6</i>				
Modalidad progresiva, %	72.27 ^b	69.06 ^b	2.38	0.483
Viabilidad espermática, %	73.61	70.94	2.32	0.696
Normalidad, %	86.39	87.00	1.37	0.923

¹Enfriador de botellas con controlador automático de la temperatura; ²Hielera de espuma de poliestireno con geles refrigerantes congelados; ³Error estándar de la media.

De manera similar, no hubo diferencias ($P>0.05$) entre las características del SV preservado durante 6 d en el BWC y la SCB. La evaluación convencional del SV en campo permite estimar la calidad de las dosis de SV, pero no la capacidad de fertilización *in vivo* (Jung *et al.*, 2015). En términos generales la motilidad progresiva se mantuvo entre 60 y 70% la cual se considera como regular tomando en cuenta que el umbral utilizado para determinar su aplicación en la porcicultura comercial es de entre 60-80% (Waberski *et al.*, 2019) o incluso tan bajo como $\geq 40\%$ (Szymanowicz *et al.*, 2019). En conclusión, el enfriador de botellas con controlador automático de temperatura o hielera de espuma de poliestireno con geles refrigerantes



congelados pueden ser empleado para preservar las características del semen de verraco para su empleo en inseminación artificial siempre y cuando la temperatura interna sea constante.

Literatura citada

- Górski, K., Kondracki, S., Iwanina, M., Kordan, W., & Fraser, L. (2021). Effects of breed and ejaculate volume on sperm morphology and semen parameters of boars. *Animal Science Journal*, 92(1), 1–11. <https://doi.org/10.1111/asj.13629>
- Henning, H., Nguyen, Q. T., Wallner, U., & Waberski, D. (2022). Temperature limits for storage of extended boar semen from the perspective of the sperm's energy status. *Frontiers in Veterinary Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.953021>
- Jung, M., Rudiger, K., & Schulze, M. (2015). In Vitro Measures for Assessing Boar Semen Fertility. *Reproduction in Domestic Animals*, 50, 20–24. <https://doi.org/10.1111/RDA.12533>
- Knecht, D., Jankowska-Mąkosa, A., & Duziński, K. (2017). The effect of age, interval collection and season on selected semen parameters and prediction of AI boars productivity. *Livestock Science*, 201(September 2016), 13–21. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.04.013>
- Maside, C., Recuero, S., Salas-Huetos, A., Ribas-Maynou, J., & Yeste, M. (2023). Animal board invited review: An update on the methods for semen quality evaluation in swine – from farm to the lab. *Animal*, 17(3), 100720. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100720>
- Namuncura, C., Sánchez, R., Pezo, F., Uribe, P., Navarro, P., & Zambrano, F. (2020). Rest days and storage of boar semen at 17°C: Effect on motility and sperm concentration. *Andrologia*, 52(6), 1–6. <https://doi.org/10.1111/and.13578>
- NOM-062-ZOO-1999 (2001). Norma oficial mexicana. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. Diario oficial de la federación. Ciudad de México, México
- Szymanowicz, J., Schwarz, T., Murawski, M., Małopolska, M., Oszczeda, Z., Tuz, R., Nowicki, J., & Bartlewski, P. M. (2019). Storage of boar semen at 16-18 °C in the long-term commercial extender prepared with deionized water or nanowater. *Animal Reproduction*, 16(4), 864–870. <https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR2019-0023>
- Thema, M. A., Mphaphathi, M. L., Ledwaba, M. R., & Nedambale, T. L. (2022). Investigation of the efficacy of different semen extenders and in vitro storage period on Windsnyer boar sperm quality equilibrated at 18°C. *Reproduction in Domestic Animals*, 57(12), 1644–1648. <https://doi.org/10.1111/rda.14256>
- Waberski, D., Riesenbeck, A., Schulze, M., Weitze, K. F., & Johnson, L. (2019). Application of preserved boar semen for artificial insemination: Past, present and future challenges. *Theriogenology*, 137, 2–7. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.05.030>



**EFFECTO DE VAINAS DE MEZQUITE Y GUAMÚCHIL EN LA DIETA SOBRE LA
INCIDENCIA DEL ESTRO EN OVEJAS KATAHDIN**
**EFFECT OF DIETARY MESQUITE AND GUAMUCHIL PODS ON THE INCIDENCE OF
ESTRUS IN KATAHDIN SHEEP**

Y. M. Rivera-Pérez^{1*}, R. Vicente-Pérez², U. Macías-Cruz³, R. Martínez-Martínez², E.O.
García-Flores², O.D. Montañez-Valdez⁴.

¹Programa de Maestría en Ciencias Agropecuarias, Centro Universitario de la Costa Sur (CUCSur), Universidad de Guadalajara, Autlán de Navarro, Jal., ²Departamento de Producción Agrícola- CUCSur, Universidad de Guadalajara, Autlán de Navarro, Jal. ³Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C., ⁴Centro Universitario del Sur, Universidad de Guadalajara, Ciudad Guzmán, Jal.

Resumen

La disponibilidad y calidad de forrajes merma en época seca, lo cual afecta parámetros reproductivos del rebaño. Las leguminosas pueden mejorar la calidad nutricional de forrajes de baja calidad para alimentar ovejas. El estudio evaluó la incidencia de celos en 35 ovejas Katahdin agrupadas por paridad (nulíparas y multíparas) y asignadas a tres dietas de mantenimiento: 1) 75% forraje (Cogollo caña de azúcar) y 25% concentrado (n=11), 2) 75% forraje, 15% concentrado y 10% vainas molidas de mezquite (n=12) y 3) 75% forraje, 15% concentrado y 10% de vainas molidas de guamúchil (n=12). Los tratamientos no afectaron la incidencia de celos ($P>0.05$), pero mezquite redujo la aparición del celo 7 h post-retiro de esponjas comparado con guamúchil. De 24-36 h post-retiro de esponjas, 72.7% de ovejas testigo y mezquite presentaron celo y 25.0% guamúchil ($P=0.02$). Las vainas de mezquite y guamúchil no afectan la incidencia de celos en las ovejas.

Palabras clave: estiaje, concentrado, leguminosas.



Abstract

Forage availability and quality decreases during the dry season, affecting herd reproductive parameters. Legumes can improve the nutritional quality of low-quality forages used to feed sheep. This study evaluated the incidence of estrus in 35 Katahdin ewes grouped by parity (nulliparous and multiparous) and assigned three maintenance diets: 1) 75% forage (sugarcane tops) and 25% concentrate (n=11); 2) 75% forage, 15% concentrate, and 10% ground mesquite pods (n=12); and 3) 75% forage, 15% concentrate, and 10% ground guamuchil pods (n=12). Treatments did not affect the incidence of estrus ($P>0.05$), but mesquite reduced the onset of estrus 7 h post-sponge removal compared with guamuchil. 24–36 h post-sponge removal, 72.7% of control and mesquite ewes were in estrus, and 25.0% were in estrus on guamuchil ($P=0.02$). Mesquite and guamuchil pods did not affect the incidence of estrus in ewes.

Keywords: dry season, concentrate, legumes.

Introducción

Durante el estiaje, la disminución en la disponibilidad y calidad de forraje ocasiona una reducción en la actividad reproductiva de las ovejas (Abecia y Forcada, 2017, Sosa, 2017). Por lo tanto, en esta época es necesario incrementar la energía y proteína en las dietas, lo cual generalmente se realiza con suplementos costosos. Sin embargo, durante esta temporada se pueden utilizar otras alternativas de alimentación como el cogollo de caña de azúcar, residuo aprovechable rico en carbohidratos, pero por su bajo contenido de proteína (PC 3.8%; Orta-Guzmán *et al.*, 2017) puede enriquecerse con leguminosas para mejorar la respuesta reproductiva de ovejas. Acorde a Camacho *et al.* (2021) el guaje y guácima mejoraron el celo, porcentaje de gestación y prolificidad en ovejas. De igual manera Sosa (2017) reportó mayor tasa ovulatoria e incrementó la duración del estro en ovejas al suplementar vainas de huizache



(*Vachellia farnesiana*) y palo fierro (*Chloroleucon mangense*). Cabe destacar que la semilla de mezquite (*Prosopis laevigata*) posee 42.7% de ácido linoleico (Valencia *et al.*, 2020). Los ácidos grasos poliinsaturados de acuerdo a Vicente-Pérez *et al.* (2021) tienen efectos positivos en aspectos reproductivos en ovejas. La vaina de guamúchil (*Pithecellobium dulce*) posee vitamina C que produce hormonas esteroideas de relevancia en la reproducción (Meza, 2014). Actualmente, es escasa la información del efecto de las vainas de mezquite y guamúchil en la presencia de celo de ovejas, por lo tanto, el objetivo del estudio fue evaluar el efecto de las vainas molidas de mezquite y guamúchil sobre la incidencia de celo en ovejas Katahdin.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en una unidad de producción ovina en Ahuacapán, Autlán de Navarro, Jalisco, México (19° 40' 8.2" N, 104° 19' 21.5" W). Se utilizaron 35 ovejas Katahdin (condición corporal 2.98 ± 0.07 unidades y peso vivo 49.7 ± 2.7 kg.), las cuales se agruparon por paridad, nulíparas (n=20) y múltiparas (n=15), para asignarlas bajo un diseño de bloques completamente al azar a tres dietas de mantenimiento: **Testigo**) 75% cogollo de caña de azúcar (CCA), maíz molido 10.5%, pasta de soya 5.5%, urea 1.0%, minerales 2.0% y melaza 6.0%; **Mezquite**) 75% CCA, maíz molido 1.5%, pasta de soya 4.2%, urea 1.0%, minerales 2.0%, melaza 6.3% y vaina molida de mezquite 10% y **Guamúchil**), 75% CCA, maíz molido 1.5%, pasta de soya 4.2%, urea 1.0%, minerales 2.0%, melaza 6.3% y vaina molida de guamúchil 10%. Las vainas adicionadas a las dietas fueron procesadas en un molino de martillos con criba de 0.5 pulgadas. Las dietas se formularon a 10.3% de PC y 2.1 Mcal de EM kg^{-1} MS (NRC, 2007). Las ovejas se alojaron en dos corrales por tratamiento agrupadas por paridad; testigo (cinco múltiparas y seis nulíparas), mezquite (cinco múltiparas y siete nulíparas) y guamúchil (cinco múltiparas y siete nulíparas). La alimentación inicio 28 días antes



del empadre como sugiere Vicente-Pérez *et al.* (2021). La dieta fue ofrecida a razón del 1.9% del peso vivo por oveja. Se implementó un protocolo de sincronización que consistió en introducir esponjas intravaginales impregnadas con 20 mg de fluorogestona (Chronogest, MSD, México) por 11 días y al retiro se administró por vía i.m 250 μg oveja⁻¹ de cloprostenol sódico (Celosil, MSD) y 100 UI/oveja de gonadotropina coriónica equina (Folligon, MSD). Doce horas post-retiro de esponjas se inició con la detección de celo con tres machos, cada tres h (Quintero-Elisea *et al.*, 2011) hasta las 72 h post-retiro de esponjas. Los análisis estadísticos se realizaron con SAS 9.4; se analizó las horas al estro post-retiro de esponjas mediante análisis de varianza y comparación de medias con Tukey, mientras los porcentajes totales de ovejas en celo y porcentajes de ovejas en celo a tres intervalos de tiempo (24-36h, 36-48h y >48h) se les aplicó prueba de Ji cuadrada.

Resultados y discusión

De acuerdo con el Cuadro 1 los tratamientos no afectaron el porcentaje total de ovejas en celo ($P>0.05$). Sin embargo, entre 24-36 h post-retiro de esponjas, los grupos testigo y mezquite mostraron mayor ($P<0.05$) presencia de celo respecto a guamúchil. Después de 36 h post-retiro de esponjas no se encontró diferencia entre tratamientos ($P>0.05$). Al evaluar las h al estro post-retiro de esponjas, el mezquite y guamúchil presentaron similares ($P>0.05$) resultados al testigo, pero se observó que ovejas del grupo mezquite iniciaron al estro 7 h antes que el grupo guamúchil. El efecto de las vainas de mezquite en la incidencia de celos con respecto a guamúchil puede deberse a que su semilla posee 42.6% de ácido linoleico (Valencia *et al.*, 2021). Los ácidos grasos omega-6 tienen efectos en el desarrollo folicular y síntesis de estradiol, mismos que pueden incidir en la respuesta al estro (Vicente-Pérez *et al.*, 2021).



Cuadro 1. Efectos de la adición de leguminosas a dietas de mantenimiento en el porcentaje de ovejas en celo y distribución de estros.

Variables	Tratamientos			P
	Testigo	Mezquite	Guamúchil	
Ovejas en celo (%)	100.00 (11/11) ^a	91.67 (11/12) ^a	100.00 (12/12) ^a	0.37
24-36 h	72.73 (8/11) ^a	72.73 (8/11) ^a	25.00 (3/12) ^b	0.02
36-48 h	18.18 (2/11) ^a	27.27 (3/11) ^a	58.33 (7/12) ^a	0.10
>48 h	9.09 (1/11) ^a	0.00 (0/11) ^a	16.67 (2/12) ^a	0.37
Horas al estro (n)	34.17±1.87 ^{ab}	31.13±1.87 ^b	38.38±1.87 ^a	0.04

P=Probabilidad, n= número, h=horas. ^{ab} Letras diferentes en hilera indican diferencia significativa entre tratamientos (P≤0.05).

En conclusión, la inclusión del 10.0% de vaina molida de mezquite y guamúchil en la dieta no afectan negativamente la incidencia de estros en ovejas Katahdin, por lo que son una alternativa a los insumos convencionales que pueden ser costosos durante el estiaje.

Literatura citada

- Abecia, J. A. y Forcada, F. 2017. Efectos de la nutrición sobre la reproducción en la oveja. *Albóitar: veterinaria independiente*. 204. 36-38. https://www.researchgate.net/publication/316786002_Efectos_de_la_nutricion_sobre_la_reproduccion_en_la_oveja
- Camacho Ronquillo, J. C., Hernández Hernández, J. E., Utrera Quintana, F., Pérez Rosas, A., Moreno Medina, S., Aguirre Espíndola, *et al.* 2021. Efecto de la nutrición focalizada ultra corta con vainas de leguminosas tropicales en la respuesta reproductiva de ovejas de pelo o lana. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, Curitiba*. 4 (4): 4891-4897. <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/36921/28543>
- Meza Torres, J. C. 2014. Caracterización físico-química del fruto del guamúchil (*Pithecellobium dulce* (roxb.) benth) en las localidades de Tesistán, la Primavera y Tequila, Jalisco, México. Tesis de grado. Universidad de Guadalajara. Jalisco. 55 p.



NRC (National Research Council). 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants sheep, goats, cervids, and new camelids. Washington D. C. The National Academies Press.384 p.

Orta-Guzmán, V., Lois-Correa, J. A., Romero-Treviño, E. M. y Llanes-Gil-López, D. I. 2017. Cogollo de caña de azúcar, una alternativa sustentable de alimentación animal. ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar. 51 (2): pp. 31-34. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223154251005.pdf>

Quintero-Elisea, J. A., Macías-Cruz, U., Álvarez-Valenzuela, F. D., Correa-Calderón, A., González-Reyna, A., Lucero-Magaña, *et al.* 2011. The effects of time and dose of pregnant mare serum gonadotropin (PMSG) on reproductive efficiency in hair sheep ewes. *Tropical Animal Health and Production.* 43. 1567-1573. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21465100/>

Sosa Pérez, G. 2017. Nutrición focalizada con frutos de leguminosas tropicales (*Chloroleucon mangense* y *Acacia cochliacantha*) en el comportamiento reproductivo de la oveja Pelibuey. Tesis doctoral. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. México. 81 p.

Valencia, D., Rueda Puente, E. O., Leyva Peralta, M. A., Mazón-López, S. R. y Ortega-García, J. 2020. Compuestos bioactivos, actividad antioxidante y perfil de ácidos grasos en aceite de semilla de Mezquite (*Prosopis spp*). *Revista de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición.* 70 (1): 50-59. <https://www.alanrevista.org/ediciones/2020/1/art-6/>

Vicente-Pérez, R., Macías-Cruz, U., Avendaño-Reyes, L., García-Flores, E. O., Martínez-Martínez, R., Montañez-Valdez, *et al.* 2021. Suplementación de ácidos grasos poliinsaturados en el empadre de ovejas nulíparas Katahdin: eficiencia reproductiva y crecimiento pre-destete de las crías. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias.* 12 (2): 586-597. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v12n2/2448-6698-rmcp-12-02-586.pdf>



ACTIVIDAD ANTIHELMINTICA DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE *Pithecellobium dulce* CONTRA *Haemonchus contortus*

ANTHELMINTIC ACTIVITY OF HYDROALCOHOLIC EXTRACT OF *Pithecellobium dulce* AGAINST *Haemonchus contortus*

S.D. Chávez-Radillo^{1*}, R. Vicente-Pérez², P.F. Grifaldo-Alcántara², N. Rivero-Perez³, A. Zaragoza-Bastida³, D. Melo-Guzmán³, J.J. Hernández-Ruiz³, R.I. Higuera-Piedrahita⁴

¹Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur (CUCSur), Programa de Maestría en Ciencias Agropecuarias, Autlán de Navarro, Jal. ²Universidad de Guadalajara, Departamento de Producción Agrícola-CUCSur, Autlán de Navarro, Jal. ³Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. ⁴Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FESC).

Resumen

En el presente estudio se evaluó el efecto antihelmíntico sobre *Haemonchus contortus* (HC) del fruto completo de *Pithecellobium dulce* como extracto hidroalcohólico. Se tomaron muestras de heces positivas a HC con las que por medio de técnicas de coprocultivo se recuperaron huevos y larvas L3 del nematodo. Se evaluaron concentraciones de 25, 12.5, 6.25 y 3.12 mg/mL del extracto sobre la Inhibición de la eclosión de huevos (IEH) así como mortalidad larvaria. Se obtuvo un %IEH del 60.68 y 5.26 para mortalidad larvaria a 25 mg/mL. Considerando los resultados obtenidos el extracto hidroalcohólico de P. dulce representa una opción para el control de nematodos gastrointestinales en pequeños rumiantes. Palabras clave: Extracto hidroalcohólico, *Pithecellobium dulce*, *Haemonchus contortus*.

Abstract

In the present study, the anthelmintic effect of *Pithecellobium dulce* as a hydroalcoholic extract on *Haemonchus contortus* (HC) was evaluated. HC-positive fecal samples were taken, from



which eggs and L3 larvae of the nematode were recovered using stool culture techniques. Concentrations of 25, 12.5, 6.25, and 3.12 mg/mL of the extract were evaluated on egg hatching inhibition (EHI) and larval mortality. EHI% of 60.68% and 5.26% for larval mortality were obtained at 25 mg/mL. Considering the results obtained, the hydroalcoholic extract of *P. dulce* represents an option for the control of gastrointestinal nematodes in small ruminants.

Keywords: Hydroalcoholic extract, *Pithecellobium dulce*, *Haemonchus contortus*.

Introducción

La producción de pequeños rumiantes tiene un papel socioeconómico importante a nivel mundial, esta se limita por factores abióticos y bióticos como los parásitos gastrointestinales. La hemonchosis es una de las principales enfermedades que genera ineficiencias productivas y desarrollo anormal en ovejas y cabras debido a la alta prevalencia y actividad hematófaga del nematodo *H. contortus* (De Jesus-Martinez *et al.*, 2024). El control de la parasitosis se basa en químicos antihelmínticos, que se usan inadecuadamente favoreciendo la generación de poblaciones de parásitos resistentes, además de promover un impacto negativo al ambiente. Esta problemática ha motivado la búsqueda de alternativas para su manejo, métodos y estrategias eficaces con enfoque ambiental sostenible, como el uso de extractos de plantas (López-Rodríguez *et al.*, 2023). *Pithecellobium dulce* (Guamúchil) es una leguminosa que cuenta con amplia distribución en México. Sus hojas, tallos y frutos contienen metabolitos secundarios con potencial antiinflamatoria, antibacteriana, anticancerígena y antiparasitaria (Vargas-Madriz *et al.*, 2020). El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto antihelmíntico de un extracto hidroalcohólico con fruto completo de *P. dulce* sobre *H. contortus*.



Materiales y métodos

Se colectaron vainas de *Pithecellobium dulce* en el municipio de Autlán de Navarro Jalisco. Posteriormente, se elaboró una solución hidroalcohólica mediante la técnica descrita por Estenos (2018). El extracto se diluyó en concentraciones de 25, 12.5, 6.26 y 3.12 mg/mL (Olmedo-Juárez *et al.*, 2017), para determinar el porcentaje de inhibición de la eclosión de huevos (IEH) y mortalidad larvaria del nematodo gastrointestinal *Haemonchus contortus* (HC) *in vitro*. Se colectaron heces de un cordero previamente infectado con una cepa aislada con resistencia a benzimidazoles en la FESC, UNAM, para la obtención de huevos limpios de HC siguiendo la metodología descrita por Rivero-Pérez *et al.* (2017). Asimismo, se realizó un coprocultivo para recolectar *H. contortus* (L3) acorde al procedimiento descrito por López-Rodríguez *et al.* (2023). La prueba de IEH y mortalidad larvaria consideró cuatro concentraciones del extracto hidroalcohólico de *P.dulce* (25, 12.5, 6.25 y 3.12 mg/mL), Ivermectina (5 mg/mL) como control positivo y agua destilada como control negativo. Se contabilizó el número total de huevos y larvas (L1) para estimar el porcentaje de IEH con la fórmula: $\% \text{ de inhibición de eclosión} = \frac{L1}{L1 + \text{HUEVO}} * 100$. El porcentaje de mortalidad larvaria consideró larvas vivas y muertas utilizando la ecuación $\% \text{ de mortalidad larvaria} = \frac{\text{Larvas muertas} * 100}{\text{Larvas totales}}$ (De Jesús-Martínez *et al.*, 2024). Los datos obtenidos para IEH y mortalidad larvaria se analizaron con un diseño experimental completamente al azar aplicando un análisis de varianza. Las diferencias de medias obtenidas se compararon con la prueba de medias de Tukey al 95% de confianza. El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico SAS 9.4.

Resultados y discusión

El porcentaje de IEH de *H. contortus* para Ivermectina fue 100%. Las concentraciones 25 y 12.5 mg/mL de extracto *P.dulce* presentaron los mayores ($P < 0.05$) IEH, 60.68 y 47.81%,

respectivamente (Figura 1). Tavira (2017) con el extracto acuoso de fruto completo de *P. dulce* reportó 100% IEH de *H. contortus* a concentraciones de 25, 12.5, mg/mL.

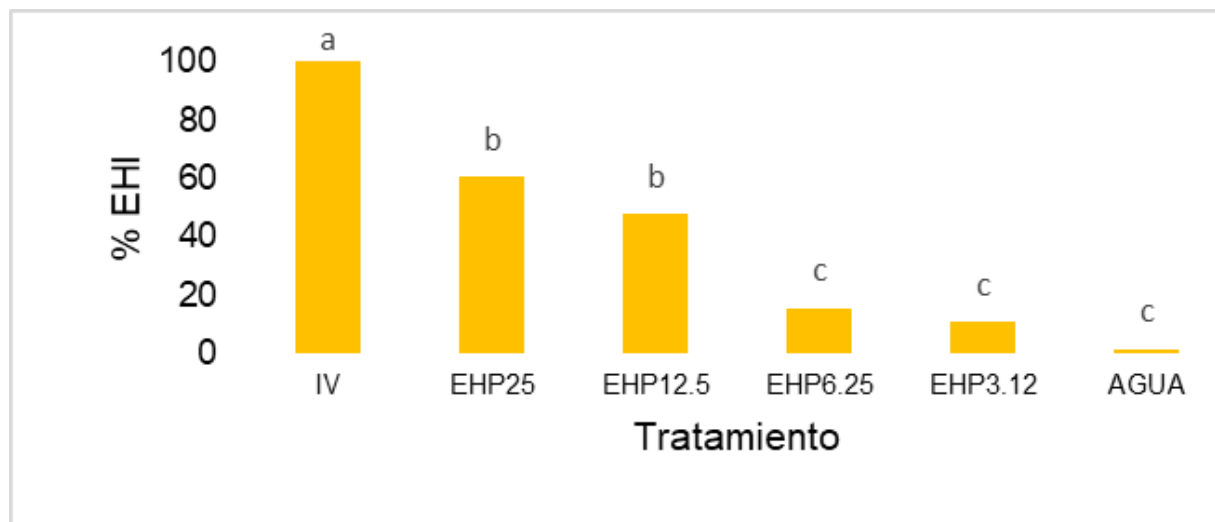


Figura 1. Porcentaje de inhibición de eclosión de huevos de *Haemonchus contortus*. Diferentes literales en las barras indican diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$); % EHI= porcentaje de Inhibición de la eclosión de huevos; EHP25, EHP12.5, EHP6.25 y EHP3.12 mg/mL= Extracto hidroalcohólico de *P. dulce*; IV= Ivermectina a 5 mg/mL.

Los porcentajes de mortalidad larvaria para HC fueron menores a 6% para las concentraciones evaluadas del extracto, mientras Ivermectina mató el 100% de las larvas (Cuadro 1). Olmedo-Juárez *et al.* (2014) reportó nulo desarrollo larvario y migración larvaria de 16.1 % a una concentración de 500 mg/mL de un extracto acuoso de hojas de *P. dulce* contra nematodos gastrointestinales. Por lo anterior, se sugiere utilizar dosis mayores del extracto *P. dulce* para tener una mayor mortalidad larvaria de HC.

En conclusión, el extracto hidroalcohólico de fruto completo de *Pithecellobium dulce* muestra actividad ovicida a una concentración de 25 mg/mL. Sin embargo, no afectó la fase larvaria de *Haemonchus contortus*. Por lo que, que se podría considerar una opción para el control de HC



en pequeños rumiantes debido a la evidente actividad antihelmíntica. No obstante, se requieren pruebas de toxicidad para posteriormente evaluar su efecto en ensayos *in vivo*.

Cuadro 1. Porcentaje de mortalidad larvaria de *Haemonchus contortus* con el extracto hidroalcohólico de *Pithecellobium dulce*.

Tratamiento	Concentración (mg/mL)	% Mortalidad $\pm$ D.E.
Agua	0	6.59 $\pm$ 3.34 ^b
EHP	25	5.26 $\pm$ 2.50 ^b
EHP	12.5	4.47 $\pm$ 2.57 ^b
EHP	6.25	4.08 $\pm$ 3.24 ^b
EHP	3.12	3.73 $\pm$ 2.56 ^b
Ivermectina	5	100 $\pm$ 0.0 ^a

Diferentes literales en la columna indican diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$); EHP= Extracto hidroalcohólico de *Pithecellobium dulce*; DE= Desviación estándar.

Literatura citada

De Jesús-Martínez, X., Rivero-Pérez, N., González-Cortazar, M., Olivares-Pérez, J., Zamilpa, A., Zaragoza-Bastida, A., y Olmedo-Juárez, A. (2024). Efectos ovicidas y larvicidas de un extracto hidroalcohólico de hojas de *Cyrtocarpa procera* contra *Haemonchus contortus*. Agrociencia.

Estenos, F. (2018). Elaboración de un dentífrico a base del extracto hidroalcohólico de las hojas secas de laurel (*Laurus nobilis* L.) con actividad antibacteriana y antiinflamatoria. Tesis profesional. Universidad Alas Peruanas. Perú. 64p.

López-Rodríguez, G., Zaragoza-Bastida, A., Reyes-Guerrero, D. E., Olmedo-Juárez, A., Valladares-Carranza, B., Vega-Castillo, L. F., & Rivero-Perez, N. (2023). Coffee pulp: A



natural alternative for control of resistant nematodes in small ruminants. *Pathogens*, 12(1), 124.

Olmedo-Juarez, A., Rojo Rubio, R., Mendoza-de Da, P., Vázquez-Armijo, JF, Albarran-Portillo, B., & García-Hernández, C. (2017). 030 Efecto ovicida del fruto y hoja de *Caesalpinia coriaria* contra *Haemonchus contortus* y *Haemonchus placei*. *Revista de ciencia animal* , 95 (suplemento_4), 15-15.

Olmedo-Juárez, A., Rojo-Rubio, R., Arece-García, J., Salem, A., Kholif, A., y Morales-Almaraz, E. (2014). Actividad in vitro de *Pithecellobium dulce* y *Lysiloma acapulcensis* en estadios de desarrollo exógeno de estrongilos gastrointestinales ovinos. *Revista Italiana de Ciencia Animal* , 13 (4), 3104.

Rivero-Pérez, N., Zaragoza-Bastida, A., Vega-Sánchez, V., Olave-Leyva, I., Vega-Angeles, J. y Peña-Jiménez, F. (2017). Identificación de los principales parásitos gastrointestinales en burros del Valle de Tulancingo. *Abanico veterinario*, 8(1), 47-52.

Tavira, U. (2017). Actividad ovicida in vitro de dos extractos acuosos: de semilla y fruto de *Pithecellobium dulce* contra *Haemonchus contortus*. Tesis profesional. Universidad Autónoma del estado de México. México. 64 p.

Vargas-Madriz, A., Kuri-García, A., Vargas-Madriz, H., Chávez-Servín, J., Ferriz-Martínez, R., Hernández-Sandoval, L., y Guzmán-Maldonado, S. (2020). Phenolic profile and antioxidant capacity of *Pithecellobium dulce* (Roxb) Benth: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 57(12), 4316-4336.



**CONTROL DE PRRS MEDIANTE USO DE VACUNA HETEROLOGA AL VIRUS DE
CAMPO EN GRANJA COMERCIAL EN SONORA: CASO DE ÉXITO**
**PRRS CONTROL USING A HETEROLOGOUS VACCINE AGAINST FIELD VIRUS IN A
COMMERCIAL SWINE FARM IN SONORA: A SUCCESS CASE**

J.H. Garcia Villalobos*, E.P. Coss Macias

Zoetis México

Resumen

El virus del síndrome reproductivo y respiratorio porcino (PRRS) constituye uno de los problemas más grandes de la industria porcina. Afecta a cerdos de todas las edades, causa problemas reproductivos y respiratorios que generan cuantiosas pérdidas económicas. Las pérdidas se mantienen a lo largo del tiempo debido a la rápida diseminación del virus y su complejo control. Existen diferentes métodos para lograr esto, por ejemplo, está probado que las vacunas de virus vivo modificado mitigan el impacto de los signos de la enfermedad y reducen la viremia, no evitan la infección y la protección cruzada es variable frente a virus heterólogos. Por esta razón el objetivo de este estudio fue determinar el efecto del uso de vacuna heteróloga en una granja de 1000 hembras en flujo continuo mediante los parámetros productivos y monitoreo por medio de diagnóstico dirigido a la presencia del virus en el sistema, mostrando una estabilidad en la producción

Abstract

Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome Virus (PRRS) is one of the most significant challenges in swine production, affecting pigs of all ages and causing reproductive and respiratory disorders that lead to persistent economic losses due to its rapid spread and complex control. Although modified live virus (MLV) vaccines help reduce clinical signs and



viremia, they do not prevent infection, and cross-protection against heterologous strains is variable. This study aimed to evaluate the effect of a heterologous vaccination strategy in a commercial sow farm with 1,000 sows under continuous flow, using productive performance indicators and targeted diagnostics to monitor viral presence. Results showed production stability, suggesting that despite genetic differences between the vaccine and field strains, the immunization protocol contributed to improved herd health and performance.

Introducción

El virus del síndrome reproductivo y respiratorio porcino (PRRS) ha tenido un enorme impacto económico en la industria porcina y se considera una de las enfermedades más difíciles de controlar a nivel mundial debido a la eficacia impredecible de las vacunas de virus vivos modificados (MLV) disponibles (Bitsouni, *et al.*, 2019). El PRRS se caracteriza por dos presentaciones clínicas distintas: fallo reproductivo en animales reproductores y trastornos respiratorios que predisponen a los cerdos en crecimiento a infecciones secundarias asociadas con el complejo respiratorio porcino. El fallo reproductivo en cerdas jóvenes y adultas se caracteriza por abortos y partos de fetos mortinatos, casi a término, o lechones prematuros y débiles. El cuadro respiratorio en la línea de producción se caracteriza por manifestaciones clínicas que incluyen anorexia, fiebre, tos, moco, letargo, pérdida peso y alta mortalidad. Por lo anterior, el control de esta enfermedad en las granjas porcinas puede realizarse por diversas metodologías y múltiples herramientas, inoculación masiva, exposición natural, cerrado de granja, y las vacunas que actualmente se basan en virus vivos o muertos y tienen ventajas y desventajas (Bitsouni, *et al.*, 2019, Kimman *et al.*, 2009). La principal ventaja de las vacunas muertas es segura, pero confieren una eficacia limitada contra virus homólogos y heterólogos, en particular, en animales no expuestos. Por otro lado, la principal desventaja de las vacunas



MLV es seguras, pero confieren protección completa contra virus homólogos y protección parcial contra virus heterólogos (Murtaugh y Genzow, 2011). Por estas razones, las vacunas MLV se consideran más eficaces que las vacunas muertas. En consecuencia, las vacunas MLV son la herramienta que predomina su elección en el campo actualmente. También cabe destacar que la eficacia de las vacunas MLV en el campo depende no sólo de las propiedades biológicas de la vacuna en sí, sino también de la estrategia de vacunación, de cómo se aplica la vacuna y de qué otras medidas de bioseguridad se hayan implementado. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto del uso de vacuna heteróloga en una granja de 1000 hembras en flujo continuo mediante los parámetros productivos y monitoreo por medio de diagnóstico dirigido a la presencia del virus en el sistema, mostrando una estabilidad en la producción

Materiales y métodos

Una granja en Sonora de 1000 vientres en producción intensiva reportó incremento de abortos, momias, nacido muerto, mortalidad pre-destete, fiebre y anorexia en las hembras reproductoras durante las primeras semanas del año 2025. Se realizó diagnóstico de muestras de fluido de proceso, sangre de hembras abortadas y lechones con bajo desempeño, se confirmaron resultados positivos de PRRS y se procedió a realizar una secuenciación para determinar el origen de la cepa viral, confirmando una homología menor a 90% indicando que se trataba de un virus de campo. Se implementaron mejoras en bioseguridad, aplicación de programa McRebel modificado y vacunación masiva cada 90 días a las hembras reproductoras y a los 5 días de vida a los cerdos en producción. Durante más de 8 meses se ha realizado seguimiento de diagnóstico por pruebas moleculares y se complementa con un análisis de control estadístico a los parámetros de forma semanal, porcentaje de nacido vivo, porcentaje



de parición, porcentaje de nacido muerto, mortalidad pre-destete porcentaje de momias y porcentaje de servicios repetidos.

Resultados y discusión

Se analizaron los parámetros productivos en la granja comercial antes y después de la implementación de una vacuna heteróloga contra PRRS, antes de la vacunación los nacidos vivos por camada eran 13.63, el porcentaje de parición fue de 90.51, el porcentaje de nacidos muertos era 5.32, la mortalidad pre-destete fue 9.78%, referente a las momias fue de 2.84% y el porcentaje de servicios repetidos tenían 2.44%, durante el brote los resultados para los mismos parámetros fueron, nacidos vivos por camada 10.24, porcentaje de parición 75.49, nacidos muertos 19.95%, porcentaje de mortalidad pre-destete 73.21, momias 3.97% y servicios repetidos 9.80%, una vez que se implementó el programa para realizar el control de este virus con el uso de la vacuna comercial se obtuvo, 13.80 nacidos vivos, porcentaje de parición de 80, nacidos muertos 6.51%, mortalidad pre-destete 12.5%, 4.04% de momias, 2.45% de servicios repetidos, en general, todos los resultados indican un impacto significativo en la salud reproductiva de la granja comparado con el brote.

Así mismo, se realizaron pruebas de laboratorio mediante la técnica de PCR para detectar el virus de PRRS como una forma complementaria para determinar la presencia o ausencia del virus en la granja a través del tiempo, posterior a la primera vacunación masiva en el hato se detectó circulación en los fluidos de proceso de los lechones castrados al quinto día de vida evaluados durante las primeras 8 semanas posteriores al brote, sin embargo, cada semana se obtenían resultados con una concentración viral menor, lo que indicó una reducción clara de la circulación de PRRS en el flujo de producción, aunado a esto, la mejora gradual en los



resultados productivos evidencia una estabilidad en la granja. Demostrando así, que la vacunación masiva en hembras reproductoras y vacunación temprana en línea de producción con vacuna MLV contra una cepa heteróloga fue exitosa. Cabe señalar que, muchos investigadores y profesionales predicen la eficacia de una vacuna MLV basándose en la homología genética entre la vacuna y el virus de campo (Bitsouni, *et al.*, 2019). Sin embargo, esto ha demostrado ser una práctica inadecuada, ya que la capacidad de una vacuna para proteger contra un cierto virus de campo no está relacionada con el nivel de homología genética. Segundo, la eficacia de una vacuna MLV contra una cepa de PRRS no garantiza el mismo nivel de eficacia contra una cepa diferente de PRRS dentro de la misma región (Kimman *et al.*, 2009). Tercero, una vacuna MLV puede proporcionar buena protección cruzada mientras que otra vacuna MLV proporciona protección cruzada limitada contra la misma cepa de PRRS (Murtaugh y Genzow, 2011, Ko *et al.*, 2016).

Conclusión

Es fundamental realizar una estrategia integral incluyendo, detección de la cepa de campo, secuenciación, inicio de vacunación, supervisión de los procesos claves, monitoreo de parámetros productivos y complementarlo con la detección del virus, solo así se puede determinar si la estrategia de control es la adecuada para el productor, para el caso específico de la cepa de campo, la vacuna mitiga satisfactoriamente el impacto negativo de PRRS en el flujo de producción.

Literatura citada

Bitsouni, V., Lycett, S., Opriessnig, T., & Doeschl-Wilson, A. (2019). Predicting vaccine effectiveness in livestock populations: A theoretical framework applied to PRRS virus



infections in pigs. *PloS one*, 14(8), e0220738.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220738>

Kimman, T. G., Cornelissen, L. A., Moormann, R. J., Rebel, J. M., & Stockhofe-Zurwieden, N. (2009). Challenges for porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) vaccinology. *Vaccine*, 27(28), 3704–3718.

Murtaugh, M. P., & Genzow, M. (2011). Immunological solutions for treatment and prevention of porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS). *Vaccine*, 29(46), 8192–8204. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2011.09.013>

Ko, S. S., Seo, S. W., Sunwoo, S. Y., Yoo, S. J., Kim, M. H., & Lyoo, Y. S. (2016). Efficacy of commercial genotype 1 porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) vaccine against field isolate of genotype 2 PRRSV. *Veterinary immunology and immunopathology*, 172, 43–49. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2016.02.016>