

# Efecto de vaina de mezquite (*Prosopis laevigata*, Fabales: Fabaceae) sobre fermentación ruminal y parámetros productivos en ovinos en engorda

Effect of the inclusion of mesquite pods (*Prosopis laevigata*, Fabales: Fabaceae) on ruminal fermentation and performance in fattening lambs

Ignacio Mejía-Haro<sup>1\*</sup> , Andrea A. García-Sánchez<sup>2</sup> , Juan M. Martínez-Mireles<sup>1</sup> ,  
Carlos F. Aréchiga-Flores<sup>3</sup> , José M. Silva-Ramos<sup>3</sup> , Mauricio Ramos-Dávila<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico El Llano, Tecnológico Nacional de México, Km 18 carretera Aguascalientes-San Luis Potosí, El Llano, 20330, Aguascalientes, México.

<sup>2</sup>Posgrado Maestría en Ciencias, Instituto Tecnológico El Llano, Tecnológico Nacional de México

<sup>3</sup>Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Zacatecas, Enrique Estrada, Zacatecas, México.

\* Autor de correspondencia: ignacio.mh@llano.tecnm.mx

## Fecha de recepción:

24 de febrero de 2022

## Fecha de aceptación:

30 de mayo de 2022

## Disponible en línea:

27 de abril de 2023

Este es un artículo en acceso abierto que se distribuye de acuerdo a los términos de la licencia Creative Commons.



Reconocimiento-

NoComercia-

CompartirIgual 4.0

Internacional

## RESUMEN

Actualmente, el concepto de alimentación en engordas de ovinos se ha elevado en costos, de tal manera que imposibilita o limita la rentabilidad de las explotaciones, por lo que se demanda el uso de subproductos agroindustriales y/o forrajes nativos de bajo costo. El objetivo fue evaluar la fermentación ruminal y los parámetros productivos de ovinos en engorda en una prueba con 18 ovinos distribuidos aleatoriamente en tres tratamientos con diferentes concentraciones de vaina de mezquite molida (VMM): T1, dieta sin VMM; T2, dieta con 15 por ciento de VMM, y T3, dieta con 30 por ciento de VMM. Se determinó la composición nutricional, el consumo de alimento, la conversión alimenticia y la ganancia de peso, y se evaluaron los ácidos grasos volátiles (AGV) y el nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) en rumen. La ganancia de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia fueron similares ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos; igualmente ocurrió para los AGV y N-NH<sub>3</sub> ( $p > 0.05$ ). El fruto de mezquite aporta un contenido nutricional apropiado en dietas de ovinos a 15 o 30 por ciento y puede substituir a granos energéticos sin afectar los parámetros productivos.

## PALABRAS CLAVE

Ganancia de peso, Borregos en finalización.

## ABSTRACT

Currently, feeding in sheep fattening has increased in costs in such a way that it prevents or limits farm profitability, which makes it necessary to use agro-industrial by-products and/or low-cost native forages. The objective of the study was to evaluate the ruminal fermentation and fattening sheep performance in a trial that consisted of 18 male lambs in fattening randomly distributed in three treatment diets containing different concentrations of ground mesquite pods (VMM): 0% VMM (T1); 15% VMM (T2), and 30% VMM (T3). The nutritional composition of VMM, feed intake, feed conversion and weight gain were determined. VFA's and N-NH<sub>3</sub> were evaluated in rumen. Weight gain, feed intake and feed conversion were similar ( $p > 0.05$ ) among treatments, and the production of VFAs and N-NH<sub>3</sub> were also similar among treatments ( $p > 0.05$ ). The mesquite pods provide an adequate nutritional content to be used in finishing lamb diets and can substitute high energy grains without affecting the performance when used at 15 or 30%.

## KEYWORDS

Weight gain, Finishing lambs.

## INTRODUCCIÓN

En México hay grandes extensiones con árboles de mezquite (*Prosopis* spp.) localizadas principalmente en la región árida-semiárida; la cosecha de fruto se lleva a cabo en los meses de julio a septiembre, con una producción estimada de 4.5 ton/ha (Andrade-Montemayor et al. 2011). El fruto del mezquite es un forraje silvestre de importancia en la región Norte y Centro de México, además de otras partes del mundo, y es ampliamente recomendado para ser usado en la alimentación del ganado (Andrade-Montemayor et al. 2011; Sawal et al. 2004), debido a que los reportes de composición nutricional presentan valores adecuados para su nutrición; el contenido de proteína cruda alcanza 13.2 por ciento; el del total de nutrientes digestibles, 64 por ciento, y la materia inorgánica, 5.1 por ciento.

La producción de ovinos en sistemas intensivos produce mayor cantidad de carne en menor tiempo, se reduce el tiempo de reingreso de la inversión y disminuyen las enfermedades parasitarias y deficiencias nutricionales (Lage et al. 2010); sin embargo, este sistema de producción requiere de una mayor inversión económica a un plazo corto (Barros et al. 2004). Las vainas del mezquite son un recurso forrajero de las regiones árida, semiárida y templada de México, donde los forrajes nativos son escasos en periodo de secas y se requiere alimentar al ganado con forrajes de corte o esquilmos agrícolas en periodos críticos del año; en este sentido, la vaina del mezquite puede ayudar a mitigar la carencia de forrajes sin tener que comprar otros alimentos. Sin embargo, las semillas de leguminosas y, en este caso, las vainas del mezquite contienen factores anti-nutricionales (alcaloides, compuestos fenólicos, glucósidos flavonoides, esteroides, y taninos, entre los principales) que pueden afectar negativamente a los animales que las consumen, por lo que su integración a las dietas debe ser limitado, para evitar problemas de toxicidad (William y Jafri 2015). No es una práctica común utilizar la vaina del mezquite en engorda de ovinos; sin embargo, por su composición nutricional podría sustituir granos costosos, como maíz y sorgo, y reducir los costos de alimentación.

El objetivo fue evaluar la fermentación ruminal y los parámetros productivos de ovinos en engorda alimentados con dietas con diferente nivel de inclusión de vainas de mezquite molidas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico El Llano, Aguascalientes (ITEL), ubicado en el km 18 de la carretera Aguascalientes-San Luis Potosí, México. Primeramente, se obtuvo la vaina de mezquite (*Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) M.C.Johnst., Fabaceae), requerida en la región de El Llano, Aguascalientes, México; se secó y molió en un molino de martillos, y, posteriormente, se tomó una muestra de 500 g para efectuar el análisis proximal (Helrich 2012), el cual permitió determinar el contenido de Fibra Detergente Neutra y Ácida (Van Soest et al. 1991); asimismo, se calcularon los Carbohidratos no Estructurales (CNE) =  $100 - (\% \text{ de Fibra Detergente Neutra (FDN)} + \% \text{ de Proteína Cruda (PC)} + \% \text{ Extracto Etéreo (EE)} + \% \text{ de Cenizas})$ , Total de Nutrientes Digestibles (TND) =  $\text{Proteína Cruda Digestible (PCd)} + \text{Extracto Etéreo Digestible (EEd)} * 2.25 + \text{Fibra Detergente Neutra Digestible (FDNd)} + \text{Carbohidratos no Estructurales Digestibles (CNEd)} - 7$ , y Energía metabolizable (EM) =  $\text{TND} * 4.4 * 0.82$  en las muestras de vaina de mezquite y las dietas tratamiento (Cuadros 1 y 2), de acuerdo con NRC (2001). A las muestras de VMM se les efectuó una digestibilidad *in situ*, utilizando 4 vacas Holstein adultas de un peso promedio de 500 kg, fistuladas ruminalmente; las muestras de alimento fueron colocadas en bolsas ANKOM y se dejaron expuestas por 48 h a la degradación microbiana ruminal (Orskov et al. 1980); por su parte, a las dietas de los tratamientos se les calculó la digestibilidad mediante la siguiente fórmula:  $\text{Digestibilidad MS} = 88.9 - 0.779 * \text{FDA}$  (Moore y Undersander 2002).

Se llevó a cabo una prueba de comportamiento de ganancia de peso y conversión alimenticia en ovinos, para la cual se utilizaron 18 machos sin castrar, cruzados de Katahdin X Pelibuey y Dorper X Pelibuey, de un peso promedio de 32.153 kg, los cuales se identificaron en la oreja, se desparasitaron con Levamisol inyectable (Levamisol 15%, 1 mL animal<sup>-1</sup>) y se inyectaron intramuscularmente con vitaminas ADE (Vigantol, 1 mL ovino<sup>-1</sup>). Posteriormente, los ovinos se alojaron en jaulas metálicas individuales, limpias, desinfectadas, provistas de bebedero automático y comedero, y se les aplicó un periodo de 15 d de adaptación a las dietas e instalaciones. Al final del periodo

de adaptación, los ovinos se pesaron en una báscula electrónica dos días consecutivos a las 9:00 am, antes de ofrecerles el alimento, para obtener una media, la cual se registró como peso inicial; posteriormente, se pesaron los días 30 y 56, a la misma hora y antes de ofrecerles alimento, para obtener la ganancia de peso en el periodo y por día.

Se utilizó un diseño completamente al azar, con tres tratamientos y seis repeticiones por tratamiento, considerando a cada ovino como una unidad experimental. El tratamiento 1 (T1) consistió en una dieta integral sin incluir vaina de mezquite molida (VMM), formulada acorde con los requerimientos indicados en NRC (2007); el tratamiento 2 (T2) consistió en la dieta integral, donde se incluyó 15 por ciento de VMM, y el tratamiento 3 (T3) incluyó 30 por ciento de la VMM (Cuadro 2), basados en la ausencia de signos de toxicidad en el periodo de crecimiento. El alimento se sirvió a los ovinos *ad libitum* a las 9:00 y 16:00 h diariamente, y se registró el alimento consumido por día, restándole al alimento ofrecido el rechazado por 56 días. La conversión alimenticia se calculó dividiendo los kg de alimento consumidos entre los kg de peso vivo ganados en el periodo.

Una semana antes de que finalizara el periodo experimental, se tomaron muestras de fluido ruminal

a todos los ovinos mediante succión, al introducir — en la boca del ovino y hasta el rumen— una sonda de plástico del calibre de 0.5 in con perforaciones en uno de sus extremos, y una bomba de vacío; el fluido se filtró utilizando una gasa doble y se determinó el pH con un potenciómetro portátil Hanna HI® 98130 (Hanna Instruments Inc., Nufalu, Rumania). Las muestras se mezclaron con ácido metafosfórico a una proporción de 4:1 y se conservaron en refrigeración hasta la determinación de la producción de ácidos grasos volátiles (AGV), porcentajes de los ácidos acético, propiónico y butírico (Erwin et al. 1961), utilizando un cromatógrafo de gases Clarus® 560 D (Perkin Elmer CO., Shelton, Connecticut, Estados Unidos), y la concentración de nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), de acuerdo con McCullough (1967).

Los datos fueron analizados con el paquete estadístico SAS (2008), utilizando el modelo lineal generalizado mediante análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias por Tukey ( $p < 0.05$ ) con el modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Donde  $Y_{ij}$  = Respuesta de variable;  $\mu$  = media general;  $t_i$  = efecto del  $i^{\text{ésimo}}$  tratamiento, y  $e_{ij}$  = error experimental.

**Cuadro 1. Composición nutricional de la vaina del mezquite (VMM)\*\* (%).**

	VMM cernida		VMM sin cernir	
	Base húmeda	Base seca	Base húmeda	Base seca
MS		90.57		92.97
Materia inorgánica	3.90	4.31	4.77	5.13
Proteína cruda	13.04	14.40	12.29	13.22
EE	2.34	2.58	1.88	2.02
ELN	52.20	57.63	49.39	53.12
FDA	22.69	25.05	32.25	34.69
FDN	30.67	33.86	38.56	41.48
CNE*	40.62	44.85	35.47	38.15
TND*	61.59	68.72	59.77	64.81
ENm* (Mcal/kg)	1.46	1.61	1.36	1.46
ENg* (Mcal/kg)	0.83	0.92	0.71	0.76
Digestibilidad <i>in situ</i> , % 48 h	55.99	61.8	46.4	49.9

\*\* Análisis realizado en el laboratorio de Bromatología de la Forrajera de Ganaderos de Aguascalientes S.A. de C.V. (FOGASA).

\*De acuerdo con NRC (2001).

EE = Extracto Etéreo; ELN = Elementos Libres de Nitrógeno; TND = Total de Nutrientes Digestibles; FDA = Fibra Detergente Ácida; FDN = Fibra Detergente Neutra; CNE =  $100 - (\% \text{ FDN} + \% \text{ PC} + \% \text{ EE} + \% \text{ Cenizas})$  = Carbohidratos no Estructurales; Enm = Energía Neta de mantenimiento; Eng = Energía Neta de Ganancia; VMM = Vaina de mezquite molida.

**Cuadro 2. Composición y concentración de nutrientes de las dietas experimentales\*\* (% MS).**

	T0	T1	T2
Heno de alfalfa	28	20	20
Sorgo molido	44.6	36.3	22.1
NaHCO <sub>3</sub>	1.0	1.0	0.9
VMM	0.0	15	30
Harina de soya	3.5	2.7	1.5
Melaza	7.9	7.9	7.9
Pollinaza	10	12	12
Sal común	0.300	0.300	0.300
Sebo	4.0	4.0	4.5
Alumino-Silicatos	0.300	0.330	0.300
Urea	0.400	0.47	0.50
<b>Total</b>	100	100	100
MS	87	87	87
Materia inorgánica	8.60	8.64	9.11
Proteína cruda	14.30	16.58	17.57
Grasa	6.10	6.60	6.66
Fibra Cruda	11.80	12.17	16.57
ELN	59.20	56.01	50.09
FDA	16.74	16.88	21.21
FDN	19.72	23.24	26.83
CNE*	51.28	44.94	39.83
TND*	73.61	73.37	69.77
EM (Mcal/kg)*	2.655	2.647	2.517
ENm (Mcal/kg)*	1.72	1.71	1.61
ENg (Mcal/kg)*	1.03	1.02	0.91
Digestibilidad MS%	75.8	75.7	72.3

VMM = Vaina de mezquite molida, ELN = Elementos Libres de Nitrógeno, FDA = Fibra Detergente Ácida, FDN = Fibra Detergente Neutra, CNE = Carbohidratos no Estructurales = 100 - (% FDN + % PC + % EE + % Cenizas), TND = Total de Nutrientes Digestibles = PC d + EE d \* 2.25 + FDN d + CNE d - 7, EM = Energía Metabolizable = TND \* 4.4 \* 0.82, Enm = Energía Neta de Mantenimiento, Eng = Energía Neta de Ganancia.

\*De acuerdo a NRC (2001); Digestibilidad MS, % = 88.9 - (0.779 \* % FDA) (Moore y Undersander 2002); \*\* Análisis realizado en el laboratorio de Alimentos de la Forrajera de Ganaderos de Aguascalientes S.A. de C.V. (FOGASA).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Composición nutricional de la vaina de mezquite.** En la composición nutricional de la vaina del mezquite se presentan variaciones, las cuales pueden ser debidas a los ecotipos tratados o a las condiciones de clima y suelo en las que se producen. En la presente investigación, el contenido de proteína cruda encontrado fue de 14 y 13 por ciento en la vaina de mezquite molida y cernida en una malla metálica de 1 cm para separar las semillas que no lograron molerse, y sin cernir (incluye parte de semillas), respectivamente (Cuadro 1). Estos valores son cercanos al 12.1 por ciento encontrado

por Armijo-Nájera et al. (2019) en vainas maduras de *Prosopis* spp., 14.4 por ciento reportado en *P. laevigata* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) M.C. Johnst. (Baraza et al. 2008), y 11 por ciento para *P. alba* Griseb. (González et al. 2008). Diferente situación se observa en los valores de energía, los que presentan variaciones amplias entre los diferentes análisis y resultados de ecuaciones utilizadas para calcular el total de nutrientes digestibles (Armijo-Nájera et al. 2019), que pudiera deberse a la calidad del fruto del mezquite, influenciada por causas genéticas, nutricionales y climáticas. En el presente estudio se obtuvo un valor del TND de 64.5 por ciento, el cual se encuentra arriba de lo encontrado por

Armijo-Nájera et al. (2019) (41%) y García-López et al. (2019) (49%), y por abajo de lo encontrado por Baraza et al. (2008) (77.7%). Por lo que concierne a los contenidos de fibra detergente neutra y fibra detergente ácida, en la presente investigación se encontró 34.7 por ciento para fibra detergente ácida y 41.5 por ciento para la fibra detergente neutra cuando el mezquite no fue cernido, valores similares (30.9 y 43.9%) a los reportados por Armijo-Nájera et al. (2019).

Los valores de digestibilidad *in situ* en el presente estudio, a las 48 horas de exposición ruminal fueron de 61.8 y 49.9 por ciento para las VMM cernidas y sin cernir, respectivamente. En un estudio con *P. juliflora* (Sw.) DC. se registró una digestibilidad *in situ* similar (64.7%) cuando éste fue molido a un diámetro de 3 mm y contenía un valor de la fibra detergente neutro de 29 por ciento (Batista et al. 2002).

**Ganancia de peso.** No hubo diferencias significativas ( $p>0.05$ ) en los valores medios de ganancia de peso de los ovinos de los diferentes tratamientos (Cuadro 3), lo que indica que el uso de 15 y 30 por ciento de VMM en base seca en las dietas integrales de los ovinos en engorda no afectó la ganancia de peso. Los animales del T2 y T3, los cuales consumieron dietas con VMM, fueron capaces de obtener aumento de peso corporal similar a los que fueron alimentados con una dieta sin incluir VMM, producto disponible en muchas partes del territorio mexicano. Al parecer, las VMM pueden sustituir el porcentaje de sorgo, heno de alfalfa y harina de soya sin afectar el peso del animal, lo cual representa una ventaja en la reducción de costos.

Por su parte, Pereira et al. (2014), en una dieta para corderos con 48 por ciento de maíz, sustituyeron éste en 0, 30, 60 y 90 por ciento por vainas de mezquite en pastilla, y reportaron ganancias más altas de peso en los corderos del tratamiento en el que el maíz fue sustituido en 30 por ciento por el mezquite, donde se digería mejor la fibra de este ingrediente nutricional.

Los niveles de sustitución favorables en la dieta por vainas de mezquite molidas varían de acuerdo con el ingrediente alimenticio que se sustituya. Mahgoub et al. (2004) reportaron que el mejor nivel de sustitución del heno del zacate rhodex (*Chloris gayana* Kunth) por vainas de *P. juliflora* en cabritos machos fue de 20 por ciento, y lo atribuyeron a que, a un nivel de 30 por ciento de sustitución, el consumo voluntario disminuía drásticamente por problemas de aceptación y adaptación a la dieta y posibles concentraciones altas de taninos.

**Consumo de alimento.** El consumo diario de alimento (CAD) fue mayor ( $p<0.05$ ) en los ovinos del tratamiento 3, el cual contenía 30 por ciento VMM en la dieta (Cuadro 3); igualmente fue para el consumo de alimento por el periodo (CAP), pero no se observaron diferencias cuando el consumo fue calculado como g/kg de peso vivo  $d^{-1}$ . Posiblemente, el sabor agradable de la VMM en las dietas influya en incrementar el consumo voluntario (Sawal et al. 2004), y las vainas de mezquite se molieron a un diámetro similar a los ingredientes sustituidos.

Chaturvedi y Sahoo (2013) no encontraron diferencias en el consumo de ovinos alimentados con dietas

**Cuadro 3. Media de los parámetros productivos de ovinos en finalización alimentados con dietas con contenido de vaina de mezquite (VMM).**

Variable	T1 (0% VMM)	T2 (15% VMM)	T3 (30% VMM)	EE
PV inicial (kg)	31.46	33	32	
PV final (kg)	47.91 <sup>a</sup>	49.54 <sup>a</sup>	48.82 <sup>a</sup>	0.767
CAD (kg)	1.661 <sup>b</sup>	1.872 <sup>ab</sup>	1.921 <sup>a</sup>	0.154
CAP (kg)	93.2 <sup>b</sup>	107.7 <sup>a</sup>	107.5 <sup>a</sup>	7.493
CA (g/kg)	42.317 <sup>a</sup>	45.283 <sup>a</sup>	48.150 <sup>a</sup>	10.977
GPD (g)	283 <sup>a</sup>	312 <sup>a</sup>	299 <sup>a</sup>	13
GT	15.86 <sup>a</sup>	17.49 <sup>a</sup>	16.77 <sup>a</sup>	0.80
Conv. A	5.9 <sup>a</sup>	6.3 <sup>a</sup>	6.4 <sup>a</sup>	0.692

<sup>a,b,c</sup> Medias de tratamiento en la misma hilera con distinta literal indican diferencias estadísticas ( $p<0.05$ ), VMM = Vaina de mezquite molida. EE = Error Estándar, PV = Peso Vivo, CAD = Consumo de Alimento por Día, GPD = Ganancia de Peso Diaria, GT = Ganancia Total, Conv. A = Conversión Alimenticia, CAP = Consumo de Alimento por el Periodo.

con 0, 30 y 40 por ciento de *P. juliflora*. Igualmente, Pereira et al. (2014) reportan que las vainas de mezquite en la dieta de ovinos no influyeron sobre el consumo de alimento, y en ningún reporte se menciona que las VMM influyan negativamente sobre el consumo.

**Conversión alimenticia.** No se encontraron diferencias significativas ( $p>0.05$ ) en conversión alimenticia entre tratamientos (Cuadro 3), lo que indica que la inclusión de VMM en 15 y 30 por ciento de la dieta no influyó negativamente sobre el consumo de alimento y la eficiencia de utilización en la ganancia de peso. Esto en parte pudo haberse debido a que el contenido proteico de las dietas superaba 14 por ciento el requerimiento mínimo para corderos en finalización, al igual que la energía metabolizable, y a que el consumo voluntario entre tratamientos (g/kg) también fue similar. Pereira et al. (2014) no reportaron diferencias en conversión alimenticia cuando las vainas del mezquite sustituyeron al maíz en 30, 60 y 90 por ciento en una dieta para corderos con 70 por ciento de concentrado.

*Prosopis* es un género que comprende varias especies, y éstas son diferentes en cuanto a contenido de nutrientes y la presencia de factores anti-nutricionales, por lo que se obtienen diferencias en los parámetros productivos ganancia de peso y conversión alimenticia. Mahgoub et al. (2004) alimentaron corderos Omani de 24 kg de peso con *P. cineraria* L. (Druce), sustituyendo al heno de zacate Rhodex (*C. gayana*) en 0, 15, 30 y 45 por ciento, y encontraron efectos negativos en conversión alimenticia (10.3 a 13.5 kg alimento/kg de aumento de peso) y peso corporal al incluir *Prosopis*; atribuyeron estos efectos a la presencia de compuestos tóxicos y a la falta de adaptación de los ovinos para consumir esta leguminosa.

**Productos de la fermentación ruminal.** El pH ruminal y la producción molar de AGV no presentaron diferencias significativas ( $p>0.05$ ) entre tratamientos (Cuadro 4). De la misma manera, los porcentajes de ácido acético, propiónico y butírico no registraron diferencias ( $p>0.05$ ): los valores promedio fueron 62:25:13 en dietas con VMM.

En otro trabajo realizado con ovinos, en donde la vaina de mezquite sustituyó hasta en 75 por ciento al concentrado, tampoco fueron reportados efectos sobre la producción de ácidos grasos volátiles en rumen (Sawal et al. 2004). Igualmente, Chaturvedi y Sahoo (2013) no reportaron diferencias significativas en la producción total de AGV y pH ruminal de ovinos alimentados con una dieta donde el concentrado fue sustituido en 0, 30 y 40 por ciento por vainas molidas de *P. juliflora*. De acuerdo con Freyre et al. (2003), el perfil de ácidos grasos de *Prosopis* está conformado principalmente por ácidos grasos insaturados, y la suplementación a ovinos con aceites no modifica la producción de AGV totales ni la de los ácidos acético, propiónico y butírico (Fievez et al. 2003), lo que explica en parte la similitud en los porcentajes de los ácidos grasos volátiles en el rumen en los ovinos del presente estudio.

La relación acetato:propionato (A:P) no fue diferente entre tratamientos ( $p>0.05$ ): ésta se encontró en el rango de 2.48 a 2.84. En experimentos donde se han estudiado niveles altos y bajos de concentrado en la dieta, se ha reportado que aun cuando la concentración de acetato se reduce en el nivel alto de concentrado, su producción no cambia significativamente; posiblemente, al mismo tiempo que se aumenta la producción de propionato, se incrementa considerablemente la tasa

**Cuadro 4. Valores promedio de pH ruminal, producción de Ácidos Grasos Volátiles y Nitrógeno Amoniacal en fluido ruminal de ovinos en finalización.**

Variable	T1	T2	T3	EE
AGV totales mM L <sup>-1</sup>	48.82 <sup>a</sup>	60.29 <sup>a</sup>	60.85 <sup>a</sup>	4.88
% Ac. Acético	63.69 <sup>a</sup>	61.85 <sup>a</sup>	61.88 <sup>a</sup>	1.54
% Ac. Propiónico	22.45 <sup>a</sup>	24.98 <sup>a</sup>	23.35 <sup>a</sup>	2.17
% Ac. Butírico	13.86 <sup>a</sup>	13.16 <sup>a</sup>	14.76 <sup>a</sup>	1.57
Acetato:Propionato	2.84 <sup>a</sup>	2.48 <sup>a</sup>	2.65 <sup>a</sup>	0.25
pH	7.19 <sup>a</sup>	6.87 <sup>a</sup>	6.98 <sup>a</sup>	0.14
N- NH <sub>3</sub> mg dL <sup>-1</sup>	11.18 <sup>a</sup>	5.88 <sup>a</sup>	5.27 <sup>a</sup>	1.87

<sup>a,b,c</sup> Medias de tratamiento con distinta literal indican diferencias estadísticas ( $p<0.05$ ), VMM = Vaina de mezquite molida, EE = Error Estándar, AGV = Ácidos Grasos Volátiles, N-NH<sub>3</sub> = Nitrógeno Amoniacal.

de absorción de todos los ácidos grasos (Rodríguez y Llamas 1990). Resultados parecidos a los de la presente investigación fueron encontrados por Szczechowiak et al. (2016), donde no se observaron diferencias ( $p>0.05$ ) en la relación acetato:propionato (2.0) en vacas Holstein suplementadas con diferentes aceites, incluido el de soya.

En el rumen, el N-NH<sub>3</sub> existente es el resultado de un balance entre la producción y su utilización y absorción; es un compuesto que sirve de nutriente a los microorganismos ruminales y existen reportes de su concentración desde 1 hasta 29 mg/100 mL (Khalili y Sairanen 2000). La producción de proteína microbiana en el rumen requiere de una adecuada disponibilidad de N-NH<sub>3</sub> y carbohidratos, y son muchos los factores considerados que influyen para lograr un uso eficiente del nitrógeno disponible en el rumen (Castillo-López y Domínguez-Ordóñez 2019). En el presente estudio no se encontraron diferencias ( $p>0.05$ ) entre tratamientos (Cuadro 4), y en los dos tratamientos donde se incluyó la VMM en la dieta, mantuvieron un valor entre 5 y 6 mg/dl, valores similares a 5 mg/100 mL, considerado óptimo para una adecuada producción de proteína microbiana (Kim et al. 2010). En otras investigaciones en ovinos donde han utilizado la VMM tampoco han reportado diferencias significativas con el grupo control (Chaturvedi y Sahoo 2013).

## CONCLUSIONES

Los parámetros productivos consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia en ovinos en finalización no son afectados cuando se incluye la vaina del mezquite molida a 15 y 30 por ciento en la dieta; se pueden lograr valores parecidos a los obtenidos cuando se utilizan sólo concentrados energéticos y proteicos de alto costo. La producción total de AGV, las proporciones de ácido acético, propiónico y butírico, y la concentración de nitrógeno amoniacal en el rumen no fueron modificadas con la inclusión de 0, 15 y 30 por ciento de vaina de mezquite molida en las dietas de ovinos en engorda.

La vaina de mezquite molida es una alternativa para reducir costos de alimentación, ya que ésta, generalmente, no se tiene que comprar en forrajeras, o bien se puede adquirir a bajo precio, o los mismos gana-

deros y sus familias la pueden recolectar cuando está madura y cae al suelo, para, posteriormente, secarla, molerla y utilizarla.

## AGRADECIMIENTOS

Al Tecnológico Nacional de México y al Instituto Tecnológico El Llano, Aguascalientes, por las facilidades que brindaron para que este estudio se llevara a cabo. Al CONACYT, por apoyar a la estudiante de maestría en Ciencias en Biotecnología Agropecuaria con una beca de manutención durante sus estudios.

## LITERATURA CITADA

- Andrade-Montemayor HM, Córdova-Torres AV, García-Gasca T, Kawas JR. 2011. Alternative foods for small ruminants in semiarid zones, the case of Mesquite (*Prosopis laevigata*) and Nopal (*Opuntia* spp.). Small Ruminant Research 98: 83-92. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.03.023>
- Armijo-Nájera MG, Moreno A, Blanco E, Borroel-García V, Reyes-Carrillo JL. 2019. Vaina de mezquite (*Prosopis* spp.) alimento para el ganado caprino en el semidesierto. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 10: 113-122. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i1.1728>
- Baraza E, Ángeles S, García Á, Valiente-Banuet A. 2008. Nuevos recursos naturales como complemento de la dieta de caprinos durante la época seca, en el Valle de Tehuacán, México. Interciencia 33: 891-896.
- Barros NN, De Vasconcelos VR, Lobo RNB. 2004. Características de crecimiento de cordeiros F<sub>1</sub> para abate no Semi-Árido do Nordeste do Brasil. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 39: 809-814.
- Batista AM, Mustafa AF, McKinnon JJ, Kermasha S. 2002. In situ ruminal and intestinal nutrient digestibility of mesquite (*Prosopis juliflora*) pods. Animal Feed Science and Technology 100: 107-112. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(02\)00136-0](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(02)00136-0)
- Castillo-López E, Domínguez-Ordóñez M. 2019. Factores que afectan la composición microbiana ruminal y métodos para determinar el rendimiento de la proteína microbiana. Revisión. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 10: 120-148. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i1.4547>

- Chaturvedi OH, Sahoo A. 2013. Nutrient utilization and ruminal metabolism in sheep fed *Prosopis juliflora* pods and Cenchrus grass. SpringerPlus 2: 598. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-598>
- Erwin ES, Marco GJ, Emery EM. 1961. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. Journal of Dairy Science 4: 1768-1771. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(61\)89956-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(61)89956-6)
- Fievez V, Dohme F, Danneels M, Raes K, Demeyer D. 2003. Fish oils as potent rumen methane inhibitors and associated effects on rumen fermentation in vitro and in vivo. Animal Feed Science and Technology 104: 41-58. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(02\)00330-9](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(02)00330-9)
- Freyre M, Astrada E, Blasco C, Baigorria C, Rozicki V, Bernardi C. 2003. Valores nutricionales de frutos de vinal (*Prosopis rusciflora*): consumo humano y animal. Ciencia y Tecnología Alimentaria 4: 41-46.
- García-López JC, Durán-García HM, De-Nova JA, Álvarez-Fuentes G, Pinos-Rodríguez JM, Lee-Rangel HA, López-Aguirre S, Ruiz-Tavares D, Rendón-Huerta JA, Vicente-Martínez JG, Salinas-Rodríguez M. 2019. Producción y contenido nutrimental de vainas de tres variantes de mezquite (*Prosopis laevigata*) en el altiplano potosino, México. Agrociencia 53: 821-831.
- González AG, Correa AD, Patto de Abreu CM, Piccolo BM. 2008. Caracterización química de la harina del fruto de *Prosopis* spp. procedente de Bolivia y Brasil. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 58: 309-315.
- Helrich K. 2012. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Association of Official Analytical Chemists, Inc. Gaithersburg, Estados Unidos.
- Khalili H, Sairanen A. 2000. Effect of concentrate type on rumen fermentation and milk production of cows at pasture. Animal Feed Science and Technology 84: 199-212. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(00\)00130-9](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(00)00130-9)
- Kim KH, Jin G-L, Oh Y-K, Song M-K. 2010. Effects of starch and protein sources on starch disappearance in the gastrointestinal tract of Hanwoo (Korean native) steers. Animal Science Journal 81: 331-337. <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2010.00750.x>
- Lage JF, Paulino PVR, Pereira LGR, Valadares Filho SC, De Oliveira AS, Detmann E, Souza NKP, Lima JCM. 2010. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamiento. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 45: 1012-1020. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010000900011>
- Mahgoub O, Kadim IT, Al-Ajmi DS, Al-Sagry NM, Al-Abri AS, Riche AR, Al-Halhali AS Forsberg NE. 2004. Use of local range tree (*Prosopis* spp) in feeding sheep and goats in the Sultanate of Oman. En: Ben Salem H, Nefzaoui A, Morand-Fehr P, editores. Nutrition and Feeding Strategies of Sheep and Goats under Harsh Climates. Zaragoza, CIHEAM. P. 191-195.
- McCullough H. 1967. The determination of ammonia in whole blood by direct colorimetric method. Clinica Chimica Acta 17: 297-304. [https://doi.org/10.1016/0009-8981\(67\)90133-7](https://doi.org/10.1016/0009-8981(67)90133-7)
- Moore JE, Undersander DJ. 2002. Relative Forage Quality: An Alternative to Relative Feed Value and Quality Index. Proceedings Florida Ruminant Nutrition Symposium. University of Florida. Gainesville, Florida, Estados Unidos.
- [NRC] National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy Press. Washington, D.C., Estados Unidos. <https://doi.org/10.17226/9825>
- [NRC] National Research Council. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants. National Academy Press. Washington, D.C., Estados Unidos.
- Orskov ER, Hovell DD, Mould F. 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. Tropical Animal Production 5: 195-213.
- Pereira TCJ, Pereira MLA, Almeida PJP, Carvalho GGP, Da Silva FF, Silva HGO, Dos Santos AB. 2014. Substitution of corn for mesquite pod meal in diets for lambs. Italian Journal of Animal Science 13: 473-478. <https://doi.org/10.4081/ijas.2014.3278>
- Rodríguez GF, Llamas LG. 1990. Digestibilidad, balance de nutrimentos y patrones de fermentación ruminal. En: Castellanos RA, Llamas LG, Shimada SA, editores. Manual de técnicas de investigación en ruminología. Distrito Federal, Sistemas de Educación Continua en Producción Animal en México, A.C. P. 95-126.
- SAS. 2008. Statistical Analysis Systems. Institute User's Guide: Statistical Analysis Systems Institute User's Guide 9.2. SAS Institute Inc. Cary, Estados Unidos.
- Sawal RK, Ratan R, Yadav SBS. 2004. Mesquite (*Prosopis spp.*) pods as a feed resource for livestock-A review. Asian-Australian Journal of Animal Science 17: 719-725. <https://doi.org/10.5713/ajas.2004.719>
- Szczechowiak J, Szumacher-Strabel M, El-Sherbiny M, Pers-Kamczyc E, Pawlak P, Cieslak A. 2016. Rumen fermentation, methane concentration and fatty acid pro-

portion in the rumen and milk of dairy cows fed condensed tannin and/or fish-soybean oils blend. *Animal Feed Science and Technology* 216: 93-107. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.03.014>

Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Methods for 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)

William K, Jafri L. 2015. Mesquite (*Prosopis juliflora*): Livestock grazing, its toxicity and management. *Journal of Bioresource Management* 2: 49-58. <https://doi.org/10.35691/JBM.5102.0021>