

## Vaina de mezquite (*Prosopis* spp.) alimento para el ganado caprino en el semidesierto

Martha Gabriela Armijo-Nájera<sup>1</sup>  
Alejandro Moreno-Reséndez<sup>2,4§</sup>  
Eduardo Blanco-Contreras<sup>1</sup>  
Victoria Jared Borroel-García<sup>3,4</sup>  
José Luis Reyes-Carrillo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias en Producción Agropecuaria-Agroecología-Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Periférico y carretera a Santa Fe, Torreón, Coahuila, México. CP. 27054. (gabrielaarmijo73@gmail.com; blancoce@yahoo.com). <sup>2</sup>Sistemas Sustentables para la Producción Agropecuaria (CASISUPA). (jlreyes54@gmail.com). <sup>3</sup>Universidad Politécnica de Gómez Palacio. Carretera El Vergel-La Torreña km 0+820, El Vergel, Gómez Palacio, Durango. CP. 35120. (vborroel@upgop.edu.mx). <sup>4</sup>Red Académica de Innovación en Alimentos y Agricultura Sustentable (RAIAAS)-CIESLAG-COECYT. (vborroel@upgop.edu.mx).

§Autor para correspondencia: alejamorsa@yahoo.com.mx.

### Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar algunas características químicas, energéticas y nutraceuticas de la vaina de *Prosopis* spp. en dos estados de maduración, el cual se realizó en mayo y junio de 2016, en la pequeña propiedad 'Los Whiles' localizada en el municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila, México. El contenido de cenizas fue mayor ( $p > 0.05$ ) en vainas maduras, mientras que la materia seca, fibra detergente ácida, fibra detergente neutra, nitrógeno total, proteína cruda y fibra cruda fue similar ( $p > 0.05$ ) entre vainas tiernas y maduras. El estado de madurez de las vainas, tampoco afectó ( $p > 0.05$ ) el contenido energético, ni nutraceutico.

**Palabras clave:** calidad nutraceutica, forraje, leguminosa, zonas áridas.

Recibido: noviembre de 2018

Aceptado: enero de 2019

## Introducción

El *Prosopis* spp. o mezquite es un arbusto de crecimiento rápido, resistente, perenne, y que se distribuye en las zonas semiáridas de todo el mundo (Chaturvedi y Sahoo, 2013). El *Prosopis* cuenta con más de 50 especies y se estima que en México hay cerca de 4 millones de hectáreas de mezquite distribuidos principalmente en las regiones áridas y semiáridas del país, donde *Prosopis leavigata* y *Prosopis glandulosa* representan las especies más importantes (Andrade-Montemayor *et al.*, 2011). La importancia ecológica de esta especie radica en que fungen como planta fijadora de nitrógeno, enriquece el suelo, promueve el crecimiento de matorrales asociados a ella, por su sistema radicular ayuda a retener la humedad y previene la erosión del suelo (Villegas-Espinoza *et al.*, 2014). En el ecosistema desértico funciona como sombra y refugio para la fauna silvestre y doméstica, ya que crea un microambiente bajo su cubierta foliar que influye sobre la diversidad y abundancia de mamíferos, además de ser una eficaz fuente de alimento (Sauceda *et al.*, 2014).

Se ha evaluado la calidad forrajera en especies de plantas no convencionales para compensar la poca disponibilidad de recursos alimenticios para los animales en las regiones áridas (Sawal *et al.*, 2004) sobre todo las de la familia de las leguminosas, ya que se integran a menudo en los sistemas de producción mixtos para mejorar el rendimiento del cultivo a través de su capacidad de fijar el nitrógeno (Xu *et al.*, 2006) y debido a su alto contenido proteico podrían resolver las restricciones de alimento en épocas críticas de sequía (González *et al.*, 2008).

En América del Sur, África y la India, las vainas de mezquite se han incorporado en los piensos para bovinos, ovinos, camellos, búfalos, conejos y aves de corral (Sawal *et al.*, 2004). Debido a sus considerables niveles proteicos, la biomasa de este árbol puede contribuir a mejorar la calidad de la dieta de los animales, satisfacer la demanda de alimentos en la época seca y estimular la aplicación de técnicas de producción animal compatibles con el medio ambiente y los recursos naturales (García y Medina, 2006). Adicionalmente, la utilidad de la vaina del mezquite como suplemento para el ganado se ha destacado anteriormente (Sawal *et al.*, 2004; Mahgoub *et al.*, 2005; Andrade-Montemayor *et al.*, 2011; Ríos-Saucedo *et al.*, 2012) debido a sus contenidos de proteína (15-21%) y azúcares solubles (20%), que aumenta su palatabilidad (Taweel *et al.*, 2005).

Por otro lado, el poco poder adquisitivo de los habitantes de estas regiones hace imposible una suplementación comercial para el ganado, lo que resulta interesante estudiar en estas zonas recursos naturales factibles para el campesino y con características nutricionales adecuadas (Baraza, 2008). En el norte de México hay experiencias que demuestran lo viable de la creación de cooperativas de campesinos que tras la recogida y adecuado tratamiento de las vainas del mezquite obtienen importantes beneficios como complemento alimenticio para el ganado (Febles y Ruíz, 2008).

Finalmente, debido a que el contenido nutricional puede variar considerablemente según el estado de madurez de la vaina y de una especie a otra (Sawal *et al.*, 2004; Bhatta, *et al.*, 2007), se precisa evaluar la composición química y nutricional de las vainas de las especies de *Prosopis* más promisorias y de mayor distribución geográfica en estas zonas en diferentes estados de maduración, para poder establecer las ventajas y limitaciones en el uso para la alimentación del ganado (García y Medina, 2006). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar las características bromatológicas del fruto de *Prosopis* spp., en dos estados de maduración, como alternativa para el uso potencial en la suplementación del ganado caprino de la Comarca Lagunera, México.

## Materiales y métodos

El estudio se realizó en mayo y junio del 2016, en la pequeña propiedad ‘Los Whiles’ localizada en las coordenadas 25° 40’ 58” de latitud norte y 102° 54’ 52” de longitud oeste, en el municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila, en tres parcelas enmontadas con mezquite, cada una con una densidad poblacional distinta.

La región cuenta con una extensión territorial de 9 942.4 km<sup>2</sup> y una población de 102 650 habitantes. Está ubicada entre los paralelos 25° 37’ y 26° 39’ de latitud norte; los meridianos 103° 15’ y 101° 53’ de longitud oeste y con altitud entre 800 y 2 300. Uso del suelo: agricultura (10%) y zona urbana (0.1%) vegetación: matorral (85.8%), pastizal (4%) y bosque (0.1%) (INEGI, 2016). En este municipio, el clima corresponde al seco semicálido con una temperatura media anual de 21.1 °C, una temperatura promedio máxima de 29.9 °C y una temperatura promedio mínima de 12.4 °C. La precipitación es de 192.9 mm promedio anuales y la evapotranspiración anual acumulada promedio es de 2 481 mm (Valenzuela-Núñez *et al.*, 2011).

Se colectaron 16 muestras de *Prosopis* spp., de ocho árboles previamente marcados, ocho de ellas en un primer muestreo y otras ocho en uno posterior, los especímenes fueron colocados en bolsas de papel perforadas con anticipación. De acuerdo con el trabajo de Hardeny Zolfaghari (1988) se realizaron dos muestreos: el primer de éstos se realizó cuando la vaina se encontraba en estado inmaduro, 65 días después de la floración y el segundo cuando la vaina se encontraba en estado maduro, 75 días después de la floración. Los especímenes colectados fueron trasladados al Laboratorio de Agroecología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN-UL), se registró su peso inicial, se dejaron secar en una estufa de aire forzado marca Felisa<sup>®</sup> a 60 °C hasta alcanzar un peso constante, para determinar la materia seca total.

Posteriormente, en el laboratorio de Bromatología de UAAAN UL, las vainas fueron molidas en un molino Wiley mini, modelo S55PZE-7831 (Thomas Scientific<sup>®</sup>) con criba de 1 mm. En cada muestra se determinó por duplicado el contenido de cenizas (CC), la fibra y proteína crudas (FC y PC), utilizando el procedimiento micro-Kjeldahl (AOAC, 1990). Mientras que, para determinar la fracción fibrosa, se realizó un análisis de fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), aplicando el procedimiento descrito por (Van Soest *et al.*, 1991).

El contenido de nutrientes digestibles totales (NDT) y los diferentes tipos de energía: digestible (ED), metabolizable (EM), neta de mantenimiento (ENm) y neta de ganancia (ENg), así como el porcentaje de digestibilidad de la materia seca (DMS) y materia orgánica (DMO) se determinaron utilizando las ecuaciones recomendadas por (Vicente-Perez *et al.*, 2015). Las ecuaciones utilizadas se enlistan a continuación:

$$\text{NDT} = 102.56 - (1.4 \times \text{FDN})$$

$$\text{ED} = \text{TND} \times 0.044$$

$$\text{EM} = 0.82 \times \text{ED}$$

$$\text{ENm} = 1.37 \times \text{EM} - 0.14\text{EM}^2 + 0.01\text{EM}^3 - 1.12$$

$$\text{ENg} = 1.42 \times \text{EM} - 0.17\text{EM}^2 + 0.012\text{EM}^3 - 1.65$$

$$\text{DMS} = 88.9 - 0.779 \times \text{FDA}$$

$$\text{DMO} = 53.37 + 0.17 \times \text{PC}$$

El contenido de compuestos fenólicos totales se determinó con el método de Folin-Ciocalteu (Singleton *et al.*, 1999), los flavonoides totales se cuantificaron utilizando la metodología de Lamaison y Carnet (1990) y la capacidad antioxidante con el método *in vitro* ABTS desarrollada por Re *et al.* (1999). Las tres determinaciones se realizaron en las 16 muestras en base seca, por triplicado.

Toda la información se sometió a un análisis de varianza bajo un diseño completamente al azar donde el tratamiento fue la maduración de las vainas (tiernas o maduras), usando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (2004). Cuando se detectaron diferencias ( $p < 0.05$ ) se realizaron comparaciones de medias a través de una prueba de Tukey.

## Resultados y discusión

Las vainas de *Prosopis* spp. promete ser un recurso alternativo de alimentación que puede ser utilizado por las industrias de procesamiento de alimentos para el ganado. La utilidad de las vainas en la alimentación del ganado ha sido reportada anteriormente (Sawal *et al.*, 2004; Mahgoub *et al.*, 2005; Awawdeh, 2011; Mellado, 2016). La composición química (Cuadro 1) de las vainas de *Prosopis* spp. en este estudio fue similar a la reportada en vainas de mezquite por otros autores. Ibrahim y Gaili (1985) informaron que las vainas de mezquite contenían 12.7% de proteína cruda, similar a nuestros valores. Sin embargo, este resultado resultó inferior a la PC reportada en la literatura por autores como Mahgoub *et al.* (2005); Choge *et al.* (2007); Koech *et al.* (2010); Girma *et al.* (2011) cuyos valores determinados fueron 14, 16.2, 18.5 y 15.43%, respectivamente.

**Cuadro 1. Composición química de vainas de mezquite con distinto nivel de maduración.**

Vainas	MS (%)	FDA (%)	FDN (%)	CEN (%)	NT (%)	PC (%)	GRA (%)	FC (%)
Tiernas	87.838 a	28.501 a	40.589 a	3.7875 b	1.79375 a	11.209 a	0.0635 a	0.14025 a
Maduras	85.275 a	30.918 a	43.9 a	4.1125 a	1.92875 a	12.0566 a	0.07 a	0.15475 a

MS= materia seca; FDA= fibra detergente ácida; FDN= fibra detergente neutra; CEN= cenizas; NT= nitrógeno total; PC= proteína cruda; GRA= grasa; FC= fibra cruda. Letras diferentes en las columnas indican diferencia significativa (Tukey, 0.05).

De acuerdo con Abdullah y Hafes (2004) reportaron contenidos comparables de PC y energía en vainas de *Prosopis* spp. a la cebada. Los valores más altos reportados por los investigadores anteriores podrían deberse a diferentes prácticas silvopastorales que se sabe que afectan el contenido de proteína cruda y materia seca de las vainas (Ribaski, 2012). El contenido de CP del 11.63% en vainas fue menor que el requerido para ganado (NRC, 1994). El uso de vainas como ingrediente de alimento para el ganado es posible solamente con la suplementación de la proteína.

Asimismo, el contenido de materia seca fue similar que el valor (86.2%) determinado por Mahgoub *et al.* (2005), pero menor que los valores reportados en estudios previos por Koech *et al.* (2010); Girma *et al.* (2011); Ali *et al.* (2012) con 88.4, 89.7 y 89.15%, respectivamente. Estas diferencias podrían deberse a la etapa de cosecha, la madurez y la estación que determinan el contenido de MS en las vainas (Oduol *et al.*, 1986). Ribaski (2012) informó que las prácticas silvopastorales como el desyerbe, el pastoreo y el espaciamiento más amplio afectan el contenido de MS de *Prosopis*.

Los contenidos de FDN y FDA en vainas de *Prosopis* fueron mayores en este estudio que los valores de 29.8 y 17%, respectivamente, reportado por Ali *et al.* (2012). Ambos contenidos de FDN y FDA fueron menores que los valores de 51.8 y 29.8%, respectivamente, reportados por Koech *et*

*al.* (2010). Las vainas son ricas en carbohidratos, ya que tienen 69% de materia seca (Choge *et al.*, 2007) y puede utilizarse como fuente de energía. El contenido de grasa es comparable con el valor (0.4%) registrado en Perú, pero menor (3.5%) reportado en México por Diaz-Celis (1995), respectivamente. Aunque este resultado difiere con Girma *et al.* (2011) que registraron 6.1% de la materia seca. Mientras que Choge *et al.* (2007) y Odero-waitituch *et al.* (2015) reportaron un contenido similar de grasa (2.8%), lo que podría explicar el bajo valor de energía bruta en 15.3 MJ kg<sup>-1</sup> de materia seca en comparación con 6.53 MJ kg<sup>-1</sup> de materia seca en el presente estudio. La variación en el contenido de grasa puede afectar al extracto libre de nitrógeno (ELN) de las vainas, que es un componente que normalmente se informa en el análisis próximo Oduol *et al.* (1986).

El contenido de fibra cruda 14.75% determinado está dentro del rango de 16.9-18.99% reportado por investigadores como Reddy *et al.* (1990). El valor obtenido es, sin embargo, similar que el 14.6% reportado por Girma *et al.* (2011), aunque menor que el reportado por Malik *et al.* (2013), de 5% en vainas de *Prosopis cineraria*. El alto contenido de fibra cruda limitará el nivel de inclusión en las dietas de ganado, especialmente en no rumiantes que requieren un máximo de 5% de fibra cruda total en base a materia seca. Los rumiantes son capaces de tolerar una mayor contenido fibra cruda debido a la presencia de microorganismos en el rumen que fermentan la fibra convirtiéndola en ácidos grasos volátiles que son absorbidos a través de la pared del rumen proporcionando energía para los microorganismos animales y ruminales (NRC, 1994).

Los resultados del contenido de cenizas fueron mayores ( $p > 0.05$ ) en vainas maduras, lo cual es similar al valor de 4.5% reportado por King`ori *et al.* (2011) y es menor que los valores reportados previamente por Koech *et al.* (2010); Girma *et al.* (2011); Ali *et al.* (2012); Malik *et al.* (2013) quienes determinaron contenidos de 5.2, 6.1, 5.3 y 9.7%, respectivamente. Adicionalmente Odero-waitituch *et al.* (2015) encontraron menor contenido (2.7%) en vainas maduras. Sin embargo esta variación entre los datos de la literatura podría deberse a la edad de las vainas al momento de la cosecha, el tipo y la fertilidad del suelo, así como al sistema agroecológico bajo el cual se cultivaron los árboles. Según varios autores la especie o variedad vegetal, el suelo, el clima, el pastoreo, la fracción vegetal y la etapa de madurez al momento del muestreo afectan el valor nutritivo de los forrajes (Baumont *et al.*, 2000; Sawal *et al.*, 2004; Bhatta *et al.*, 2007; Mellado, 2016).

Las vainas de *Prosopis* son un alimento agradable y son una buena fuente energética para los rumiantes debido a su contenido de carbohidratos digeribles. Sin embargo, el contenido energético en las vainas de *Prosopis* en este estudio fue similar ( $p > 0.05$ ) entre tiernas y maduras (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Contenido energético de vainas de mezquite de acuerdo al nivel de maduración.**

Componente	Vainas	
	Tiernas	Maduras
Total de nutrientes digestibles (%)	45.736 a	41.1 a
Energía digestible (Mcal kg <sup>-1</sup> )	2.0124 a	1.8084 a
Energía metabolizable (Mcal kg <sup>-1</sup> )	1.6501 a	1.4829 a
Energía neta de mantenimiento (Mcal kg <sup>-1</sup> )	0.799 a	0.6317 a
Energía neta de ganancia (Mcal kg <sup>-1</sup> )	0.2776 a	0.1154 a
Digestibilidad de la materia seca (%)	66.698 a	64.815 a
Digestibilidad de la materia orgánica (%)	55.27553 a	55.41963 a

Literales diferentes en las columnas indican diferencia significativa (Tukey, 0.05).

Aunque los resultados de la literatura atribuyen este valor energético a su contenido de carbohidratos principalmente azúcares no reductores (Del Valle *et al.*, 1983; Sawal *et al.*, 2004; González *et al.*, 2008; Ríos-Saucedo *et al.*, 2012). De acuerdo con Sawal *et al.* (2004); Baraza *et al.* (2008) las vainas maduras son apetecibles debido a su alto contenido energético (75% y 82.2% de TND, respectivamente), esto es contrario a los resultados obtenidos. Similarmente Cuchillo *et al.* (2013) encontró valores altos de TND en vainas (64.2%) y hojas (65.2%) de *P. laevigata*.

El contenido de energía digestible fue menor al reportado por Cuchillo *et al.* (2013) y Baraza *et al.* (2008) de 2.8 Mcal y 3.6 Mcal, respectivamente, mientras que la energía metabolizable fue similar con el valor de 1.53 Mcal, reportado por Choge *et al.* (2007), aunque menor a los valores encontrados por autores como Baraza *et al.* (2008); Obeidat *et al.* (2008); Cuchillo *et al.* (2013) de 2.9 Mcal, 2.6 Mcal y 2.3 Mcal, respectivamente. Además se observó una disminución de 4.6% en el contenido de TND, 1.88% la digestibilidad de la MS e incremento 14% la digestibilidad de la MO, lo cual es consistente con los hallazgos de Chaturvedi y Sahoo (2013) quienes indicaron que alto contenido de factores antinutricionales en las semillas puede reducir la disponibilidad y digestibilidad de nutrientes en la dieta (Chopra y Hooda, 2001; Pasiecznik *et al.*, 2001). Informes previos sobre la composición y el valor nutritivo de vainas de *Prosopis* concuerdan que son una fuente energética y proteica potencial, aunque la composición de las vainas varía con la ubicación (Del Valle *et al.*, 1983; González *et al.*, 2008; Awawdeh, 2011).

Las vainas y las hojas de *Prosopis* poseen factores antinutricionales como los taninos (Abdulrazak *et al.*, 1999) que podrían dificultar la digestión y utilización y alto contenido de azúcar (King`ori *et al.*, 2011), que hacen que la molienda e incorporación higroscópica en los piensos sea un reto. Aunque no se realizó una prueba de digestibilidad *in vivo*, es sabido que el incremento de forrajes toscos (p. e. paja de trigo) en la dieta favorece la ingestión de fibra cruda altamente lignificada, la cual repercute negativamente en la digestibilidad (Jung y Allen, 1995; Baumont *et al.*, 2000).

Contrariamente, dietas ricas en granos son rápidamente degradables por los microorganismos del rumen, reflejándose en un mayor desdoblamiento del almidón y mayor disponibilidad de NDT, EM, ENm y ENg (Del Valle *et al.*, 1983; González *et al.*, 2008; Peña-Avelino *et al.*, 2014). Los resultados de la literatura indican que a mayor consumo de EM, se promueve un mayor consumo de ENg (Cuchillo *et al.*, 2013; Baraza *et al.*, 2008). Las condiciones geográficas específicas y la edad de las plantas muestreadas podrían desempeñar un papel importante en estas discrepancias, como sugieren Baraza *et al.* (2008).

En varios informes se ha destacado que los compuestos fenólicos contribuyen a la calidad y al valor nutricional en términos de modificación del color, sabor, aroma y sabor y también en la provisión de efectos beneficiosos para la salud. Por lo tanto, el contenido de compuestos fenólicos, flavonoides y antioxidantes de las vainas de mezquite también se estimó (Cuadro 3).

### Cuadro 3. Contenido nutraceutico de vainas de acuerdo al nivel de maduración

Vainas	Fenólicos (mg equiv AG g <sup>-1</sup> BS)	Flavonoides (mg equiv Q g <sup>-1</sup> BS)	Antioxidante (µM equiv Trolox g <sup>-1</sup> BS)
Tiernas	0.82433 a	34.838 a	26.00625 a
Maduras	0.72524 a	41.061 a	25.96905 a

BS= base seca. Literales diferentes en las columnas indican diferencia significativa (Tukey, 0.05).

Los polifenoles son componentes importantes en un ingrediente alimentario, debido a su capacidad antioxidante demostrada. De acuerdo con Quispe *et al.* (2014) los polifenoles se encuentran en un rango de 1.07 y 2.43 g AG 100 g<sup>-1</sup>. El contenido total de compuestos fenólicos obtenidos en vainas tiernas, son equivalentes (0.82 y 0.89 g AG 100 g<sup>-1</sup>) a los indicados en el trabajo de Schmeda-Hirschmann *et al.* (2015) en la región de pinte y en el valle de Elqui. De igual manera estos resultados son inferiores a los reportados previamente por (Andrade-Montemayor *et al.*, 2011) en vainas crudas (5.92 mg AG g<sup>-1</sup> MS) y vainas asadas (4.87 mg AG g<sup>-1</sup> MS). Sin embargo, los compuestos fenólicos proporcionan mecanismos de defensa a las plantas para neutralizar las especies reactivas de oxígeno (ROS) con el fin de sobrevivir y prevenir daños moleculares y daños por microorganismos, insectos y herbívoros (Malik *et al.*, 2013).

Con relación al contenido de flavonoides fue bajo en vainas tiernas y alto en maduras, lo cual difiere con los resultados obtenidos Schmeda-Hirschmann *et al.* (2015) en *Prosopis chilensis* distribuido en varias regiones en Chile. Según Quispe *et al.* (2014) el contenido de flavonoides totales se ubica en el rango de 24-98. Sin embargo, el criterio para considerar la actividad antioxidante de un extracto como alto, moderado o bajo es relativo. En el presente estudio se observó elevada actividad antioxidante, lo cual difiere con los resultados de Schmeda-Hirschmann *et al.* (2015) y Quispe *et al.* (2014). La actividad antioxidante y los componentes de los compuestos bioactivos de la vegetación de pastizales dependen en gran medida de las especies vegetales y la parte de la planta (Cuchillo *et al.*, 2013).

## Conclusiones

Se puede concluir que las vainas de mezquite, en ambos estados de maduración (madura e inmadura), son una buena alternativa como complemento en la alimentación del ganado caprino. Se recomienda para trabajos futuros hacer una identificación de las especies de mezquite más prominentes de la región utilizando la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR), ya que existe muy poca información de las mismas.

## Literatura citada

- Abdullah, A. Y. and Hafez, B. A. 2004. Inclusion of *Prosopis* spp. pods in finishing Awassi lamb diets. In Proc. 11th AAAP Animal Science Congress. 2:373-375.
- Abdulrazak, S. A.; Awano, T.; Ichinohe, T.; Fujihara, T. and Nyangaga, J. 1999. Nutritive evaluation of *Prosopis* spp. fruits and leaves from Kenya: chemical composition and in vitro gas production. In: Proceedings Bri. Soc. Animal Science. 146.
- Ali, A. S.; Tudsri, S.; Rungmekarat, S. and Kaewtrakulpong, K. 2012. Effect of feeding *Prosopis* spp. pods and leaves on performance and carcass characteristics of Afar sheep. Kasetsart J. Natural Sci. 46(6):871-881.
- Andrade, M. H. M.; Cordova, T. A. V.; García, G. T. and Kawas, J. R. 2011. Alternative foods for small ruminants in semiarid zones, the case of Mezquite (*Prosopis laevigata* spp.) and Nopal (*Opuntia* spp.). Small Ruminant Res. 98(1):83-92.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis. 15<sup>th</sup> (Ed.). AOAC, Washinton DC, USA.

- Awawdeh, M. S.; Hananeh, W. M. and Abdullah, A. Y. 2017. Histopathological effects of alternative feedstuffs (sesame hulls and *Prosopis* spp.) on ruminal walls in black goat kids in Jordan. *J. Appl. Animal Res.* 1-4. DOI: 10.1080/09712119.2016.1276020.
- Baraza, E. 2008. Nuevos recursos naturales como complemento de la dieta de caprinos durante la época seca, en el Valle de Tehuacán, México. *Interciencia.* 33(12):891-896.
- Baumont, R.; Prache, S.; Meuret, M. and Morand, F. P. 2000. How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. *Livestock Production Science.* 64(1):15-28.
- Bhatta, R.; Vaithianathan, S.; Singh, N. P. and Verma, D. L. 2007. Effect of feeding complete diets containing graded levels of *Prosopis cineraria* leaves on feed intake, nutrient utilization and rumen fermentation in lambs and kids. *Small Ruminant Res.* 67(1):75-83.
- Chaturvedi, O. H. and Sahoo, A. 2013. Nutrient utilization and rumen metabolism in sheep fed *Prosopis* spp. pods and Cenchrus grass. *SpringerPlus.* 2(1):1-7.
- Choge, S. K.; Pasiecznik, N. M.; Harvey, M.; Wright, J.; Awan, S. Z. and Harris, P. J. C. 2007. *Prosopis* pods as human food, with special reference to Kenya. *Water Sa.* 33(3):419-424.
- Chopra, D. and Hooda, M. S. 2001. Variability in chemical composition of *Prosopis* spp. seeds and hull. *Indian J. Animal Nutr.* 18(3):282-284.
- Cuchillo, H. M.; Puga, D. C.; Wraga, M. N.; Espinosa, M. J. G.; Montaña, B. S.; Navarro, O. A.; Ledesma, M. M.; Díaz, R. and Pérez, G. R. F. 2013. Chemical composition, antioxidant activity and bioactive compounds of vegetation species ingested by goats on semiarid rangelands. *J. Animal Feed Sci.* 22(2):106-115.
- Diaz, C. A. 1995. Los algarrobos. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Lima. 64:73-74.
- Febles, G. and Ruiz, T. E. 2008. Evaluación de especies arbóreas para sistemas silvopastoriles. *Av. Investigación Agrop.* 12(1):4-27.
- Galán, A. G.; Corrêa, A. D. and Barcelos, M. D. F. P. 2008. Caracterización química de la harina del fruto de *Prosopis* spp. procedente de Bolivia y Brasil. *Arch. Latinoa. Nutr.* 58(3):309.
- García, D. E. y Medina, M. G. 2006. Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. *Zootecnia Trop.* 24(3):233-250.
- Girma, M.; Urge, M. and Animut, G. 2011. Ground *Prosopis* spp. Pods as feed ingredient in poultry diet: effects on growth and carcass characteristics of broilers. *Inter. J. Poultry Sci.* 10(12):970-976.
- González, Y. H.; Ortega, J. A.; Rodríguez, R. A.; Aguirre, C. O.; Gurrola, A. G.; Macías, R. M. y Tepic, U. A. N. 2008. Métodos inductivos para maximizar la germinación de semilla de germoplasma nativo en vivero para sistemas silvopastoriles en Nayarit, México. *Zootecnia Tropical.* 26(3):355-358.
- Harden, M. L. and Zolfaghari, R. 1988. Nutritive composition of green and ripe pods of honey mezquite (*Prosopis glandulosa*, Fabaceae). *Econ. Bot.* 42(4):522-532.
- Ibrahim A. and Gaili E. 1985. Performance and carcass traits of goats fed on diets containing different proportions of mezquite (*Prosopis chilensis*) *Trop. Agric. (Trinidad).* 62(2):97-99.
- INEGI. 2016. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Carta de uso del suelo y vegetación. ([www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)).
- Jung, H. G. and Allen, M. S. 1995. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *J. Animal Sci.* 73(9):2774-2790.
- King'ori, A. M.; Odero, W. J. A. and Guliye, A. Y. 2011. Mathenge (*Prosopis* spp.): an underutilized livestock feed resource in Kenya. *Res. J. Animal Sci.* 5(4):43-51.



- Koech, O. K.; Kinuthia, R. N.; Wahome, R. G. and Choge, S. K. 2010. Effects of *Prosopis* spp. seedpod meal supplement on weight gain of weaner Galla goats in Kenya. Res. J. Animal Sci. 4(2):58-62.
- Lamaison, J. L. C. and Carnet, A. 1990. Contents in main flavonoid compounds of *Crataegus monogyna* Jacq. and *Crataegus laevigata* (Poir) D. C. flowers at different development stages. Pharmaceutica Acta Helvetica. 65(1):315-320.
- Mahgoub, O.; Kadim, I. T.; Forsberg, N. E.; Al-Ajmi, D. S.; Al-Saqry, N. M.; Al-Abri, A. S. and Annamalai, K. 2005. Evaluation of mesquit (*Prosopis* spp.) pods as a feed for goats. Animal Feed Sci. Technol. 121(3):319-327.
- Malik, S.; Mann, S.; Gupta, D. and Gupta, R. K. 2013. Nutraceutical properties of *Prosopis cineraria* (L.) druce pods: a component of 'Panchkuta'. J. Pharmacognosy Phytochem. 2(2):66-73.
- Mellado, M. 2016. Dietary selection by goats and the implications for range management in the Chihuahuan Desert: a review. The Rangeland J. 38(4):331-341.
- NRC. 1994. National Research Council. Nutrient Requirements of Poultry. 9<sup>th</sup> rev. (Ed.). National Academy Press, Washington, DC.
- Odero, W. J. A.; King'ori, A. M. and Guliye, A. Y. 2015. *Prosopis* spp. pods as sources of energy, protein, vitamins and minerals in livestock diets in Kenya. Egert. J. Sci. Technol. 15:132-140.
- Oduol, P. A.; Felker, P.; McKinley, C. R. and Meier, C. E. 1986. Variation among selected *Prosopis* families for pod sugar and pod protein contents. Forest Ecol. Manag. 16(1-4):423-431.
- Pasiecznik, N.; Felker, P.; Cadoret, K.; Harsh, L. N.; Cruz, G.; Tewari, J. C. and Maldonado, L. J. 2001. The *Prosopis* spp. *Prosopis pallida* complex: the *Prosopis* spp. *Prosopis pallida* Complex. Manag. 231(3-4):162.
- Peña, A. L. Y.; Pinos, R. J. M.; Yáñez, E. L.; Juárez, F. B. I.; Mejia, R. and Andrade-Zaldivar, H. 2014. Chemical composition and in vitro degradation of red and white mezquite (*Prosopis laevigata*) pods. South Afr. J. Animal Sci. 44(3):298-306.
- Quispe, C.; Petroll, K.; Theoduloz, C. and Schmeda, H. G. 2014. Antioxidant effect and characterization of South American *Prosopis* pods syrup. Food Res. Inter. 56:174-181. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.12.033>.
- Re, R.; Pellegrini, N.; Proteggente, A.; Pannala, A.; Yang, M. and Rice-Evans, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biology and Medicine. 26(9):1231-1237.
- Reddy, G. V. N.; Reddy, M. R. and Rao, A. M. 1990. Effect of particle size on physical characters and nutrient utilization of *Prosopis juliflora* pods in sheep. Ind. J. Animal Nut. 7(2):123-126.
- Ríos, S. J. C.; Valenzuela, N. L. M.; Rivera, G. M.; Trucíos, C. R. y Sosa, P. G. 2012. Diseño de un sistema silvopastoril en zonas degradadas con mezquite en Chihuahua, México. Tecnociencia Chihuahua. 6(3):174-180.
- Sauceda, E. N. R.; Martínez, G. E. R.; Valverde, B. R.; Ruiz, R. M.; Hermida, M. D. L. C. C.; Torres, S. M. M. y Ruiz, H. H. P. 2014. Analisis técnico del árbol del mezquite (*Prosopis Laevigata* Humb. Y Bonpl. Ex Willd.) en México. Ra Ximhai. 10(3):173-193.
- Sawal, R. K.; Ratan, R. and Yadav, S. B. S. 2004. Mezquite (*Prosopis* spp.) pods as a feed resource for livestock-A review. Asian Australas J Anim Sci. 17(5):719-725.

- Schmeda, H. G.; Quispe, C.; Soriano, M. D. P. C.; Theoduloz, C.; Jiménez, A. F.; Pérez, M. J.; Cuello, A. and Isla, M. I. 2015. Chilean *Prosopis* mesocarp flour: phenolic profiling and antioxidant activity. *Molecules*. 20(4):7017-7033.
- Singleton, V. L.; Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R. M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods Enzymol*. 299(1):152-178.
- Taweel, H. Z.; Tas, B. M.; Smit, H. J.; Elgersma, A.; Dijkstra, J. and Tamminga, S. 2005. Effects of feeding perennial ryegrass with an elevated concentration of water-soluble carbohydrates on intake, rumen function and performance of dairy cows. *Animal Feed Sci. Technol*. 121(3):243-256.
- Valenzuela, N. L. M.; Trucíos, C. R.; Ríos, S. J. C.; Flores, H. A. y González, B. J. L. 2011. Caracterización dasométrica y delimitación de rodales de mezquite (*Prosopis* spp.) en el Estado de Coahuila. *Rev. Chapingo. Ser. Cienc. Fores Amb*. 17(especial):87-96.
- Valle, F.; Escobedo, M.; Muñoz, M. J.; Ortega, R. and Bourges, H. 1983. Chemical and nutritional studies on mezquite beans (*Prosopis* spp.). *J. Food Sci*. 48(3):914-919.
- Van Soest, P. J.; Robertson, J. B. and Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci*. 74(10):3583-3597.
- Vicente, P. R.; Avendano, R. L.; Alvarez, F. D.; Correa, C. A.; Meza, H. C. A.; Mellado, M.; Quintero, J. A. and Macias-Cruz, U. 2015. Productive performance, nutrient intake and productivity at lambing of hair breed ewes supplemented with energy in the pre-partum during summer and winter. *Arch. Med. Vet*. 47(3):301-309.
- Villegas, E. J. A.; Rueda, P. E. O.; Murillo, A. B.; Puente, M. E.; Ruiz, E. F. H.; Zamora, S. S. y Beltran Morales, F. A. 2014. Bacterias promotoras de crecimiento de plantas autóctonas y su efecto en *Prosopis chilensis* (Molina) Stunz. *Rev. Mex. Cienc. Agríc*. 5(6):1041-1053.
- Xu, B. C.; Gichuki, P.; Shan, L. and Li, F. M. 2006. Aboveground biomass production and soil water dynamics of four leguminous forages in semiarid region, northwest China. *South Afr. J. Bot*. 72(4):507-516.