

Valoración nutricional del algarrobo (*Prosopis alba*) para uso en alimentación animal*Nutritional assessment of carob (*Prosopis alba*) for use in animal feed***Villalba Cecilia¹**, **Corrales Ma. Paz¹**, **Gauna Lidia¹**, **Criscioni Patricia¹**

¹ Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Veterinarias. Departamento de Bromatología, Nutrición y Alimentación Animal. San Lorenzo - Paraguay

RESUMEN. Con el objetivo de determinar el valor nutricional del Algarrobo (*Prosopis alba*) y su uso en alimentación animal se llevó a cabo el presente estudio. La determinación de la composición química y ensayo de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (MS) y materia orgánica (MO) se realizaron en el laboratorio de Bromatología, Nutrición y Alimentación Animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias U.N.A, donde fueron remitidas muestras de planta entera de especie *Prosopis alba*, incluyendo hojas, vainas y ramas tiernas provenientes del Chaco Paraguayo. Los resultados obtenidos en cuanto a composición química fueron: Materia Seca (MS 105° C), 92,86%; Proteína Bruta (PB), 11,58%; Fibra Detergente Neutra (FDN), 48,03%; Fibra Detergente Ácida (FDA), 32,37 %; Lignina (Lg), 13,037%; Material Mineral o Cenizas (MM), 5,19 %; Extracto Etéreo (EE): 1,78%; Carbohidratos No Fibrosos (CNF); 33,42%; Total de Nutrientes Digestibles (TND), 53,52% y Energía Metabolizable (EM), 1,93 Mcal/kg de MS. Asimismo, los coeficientes de digestibilidad (%) para la MS y MO fueron de 38,27% y 40,71%, respectivamente.

Palabras clave: *Prosopis alba*, alimentación animal, coeficiente de digestibilidad, ganado, Región tropical.

ABSTRACT. In order to determine the nutritional value of the Algarrobo (*Prosopis alba*) and its use in animal feeding, the present study was carried out. Determination of the chemical composition and *in vitro* digestibility of dry matter (DM) and organic matter (OM) were carried out in the laboratory of Bromatology, Nutrition and Animal Feeding, Veterinary Sciences Faculty by official methods from whole plant samples, including leaves, pods and tender branches of Algarrobo (*Prosopis alba*) from the Paraguayan Chaco. The results obtained for chemical composition were: Dry Matter 105° C (DM 105° C): 92.86%; Crude Protein (PB): 11.58%; Neutral Detergent Fiber (NDF): 48.03%; Acid Detergent Fiber (ADF): 32.37% Lignin (Lg): 13.037% Mineral Material or Ash (MM): 5.19%, Ethereal Extract (EE): 1.78%, Non-Fiber Carbohydrates (NFC): 33.42%; Total Digestible Nutrients (TND): 53.52% and Metabolizable Energy (ME): 1.93 Mcal/kg. Digestibility coefficients (%) for DM and OM were 38.27% and 40.71%, respectively.

Key words: *Prosopis alba*, animal feed, *in vitro* digestibility, tropical cattle.

Dirección para correspondencia: Prof. Dra. Patricia Criscioni - Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Veterinarias. Departamento de Bromatología, Nutrición y Alimentación Animal. Campus UNA. Ruta. Mariscal Estigarribia Km 10, 5. San Lorenzo. Paraguay.

E-mail: pcriscioni@vet.una.py

Recibido: 14 de junio 2024 / **Aceptado:** 28 de diciembre 2024

INTRODUCCIÓN

El género *Prosopis spp* es una especie de árbol pionero, heliófilos (Fontana et al. 2020), adaptado a condiciones de climas áridos y semiáridos con suelos salinos y degradados. Es un árbol rústico, que soporta condiciones extremas de humedad y temperatura. Se la define como una especie multipropósito (FAO, 1997), de gran importancia regional debido a la diversidad de usos tanto como materia prima (López, 2005) o como recurso maderero (Michela et al., 2015) o alimenticios forrajeros; y mejora los ambientes, teniendo potencial para restaurar áreas degradadas y catalizar el desarrollo de nuevos sistemas de producción (Fontana et al. 2020).

Galera (2000) menciona que el uso de diferentes especies de *Prosopis* para alimento de animales se remonta a siglos atrás, el mismo autor menciona que sus hojas registran un 22% de proteína bruta, 15% de proteína digestible y un 55% de digestibilidad de la materia seca y puede usarse tanto en pastoreo directo y/o diferido para suplemento en invierno. Di Marco (2013) en la misma línea además refiere que las hojas y frutos de algarrobo blanco pueden utilizarse como forraje.

Describiendo sistemas de producción y recursos forrajeros utilizados dentro de la zona agroecológica del chaco semiárido en la Provincia de Salta, se menciona al *Prosopis alba* (Algarrobo blanco) como una de las principalmente especies consumidas por el ganado bovino; según observaciones realizadas por los productores (Méndez, 2016).

En investigaciones con el género *Prosopis* del Chaco Central paraguayo en sistemas silvopastoriles se menciona además que estos sistemas pueden contribuir a la mitigación del calentamiento global mediante el secuestro y almacenamiento de carbono (Díaz et al, 2019).

Las especies arbóreas y arbustivas son útiles como suplemento dietético para animales en pastoreo por su alto contenido de proteína, energía y otros elementos indispensables para los animales, se encuentran disponibles en la mayoría de las granjas, tienen buena accesibilidad, proporcionan variedad a la dieta de bovinos, ovinos y otras especies de vida silvestre y reducen los costos de alimentación (Izaguirre & Martínez, 2008; Wagner, 2013).

A pesar de que existe una gran cantidad de especies arbóreas con potencial forrajero, la

investigación y utilización de éstas se ha focalizado en un número reducido de géneros. La lista de especies es extensa, sin embargo, no se cuenta con información sobre la contribución de estos árboles a la producción animal. Esto refleja la falta de datos acerca del valor nutritivo de la mayoría de los árboles y arbustos forrajeros y destaca la necesidad de evaluarlos (Russo & Botero, 2005).

Prosopis alba es considerada una especie multipropósito, se encuentra ampliamente distribuida en el territorio paraguayo, demuestra estar completamente adaptada a las condiciones climáticas del país y presenta potencial para su implementación y posterior aprovechamiento durante periodos de escasez forrajera, por lo que es necesario generar información sobre los recursos forrajeros disponibles mediante la evaluación nutricional es necesario para que estos sean utilizados como alternativa de alimentación en rumiantes, por lo que el objetivo de este estudio fue determinar el valor nutricional de *Prosopis alba* (Algarrobo blanco) mediante la Composición química y Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca y Materia Orgánica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y Muestreo:

La toma de muestras se realizó entre los meses de junio y julio del 2022; en un establecimiento ubicado en Mariscal Estigarribia, Región Occidental. Departamento de Boquerón zona agroecológica Chaco ZAE 8 Región Occidental, Paraguay, coordenadas 21°57'29.9"S 60°11'20.7"W. En cuanto a las características topográficas la altura promedio es de 167m; la temperatura promedio en los meses de muestreo fue de alrededor de 18-20°C para el mes de junio y 16-18°C para el mes de Julio; con una humedad relativa variando entre el 40% y 60%.

Para la toma de muestras, se procedió a la recolección de hojas, vainas y ramas tiernas de Algarrobo blanco (*Prosopis alba*) cosechadas de las plantas utilizando tijeras de podar, luego se hizo un mezcla de todas las muestras recolectadas y se remitió al laboratorio la cantidad de 1 kg.

Análisis de laboratorio

Las muestras fueron remitidas al Laboratorio de Bromatología, Nutrición y Alimentación Animal de la FCV-UNA. Previo a los análisis para la

determinación de composición química fueron secadas en una estufa a aire forzado (Marca Quimis, modelo Q314M292. SP.Brasil) a 60°C por 48 h y luego fueron molidas para pasar un tamiz de 1 mm de diámetro previamente al análisis. El análisis químico se realizó mediante métodos oficiales [6] para MS (nº 934.01), para ceniza (nº 942.05), EE (n1 920.39), la materia seca se determinó mediante secado a 102 ± 2 °C por 24 h, la ceniza se determinó mediante incineración en mufla eléctrica a 550 °C durante 6 h. El extracto etéreo se extrajo con éter de petróleo, posterior a una hidrólisis ácida. (Analizador de grasa diseñado según el principio de extracción de Soxhlet, Marca Biobase Modelo BFA-2. Shandong. China) FDN y FAD fue medido a través de un analizador de fibra Tecnal (Modelo TE-149. SP. Brasil), para FDN y FAD (Van Soest, 1991). Carbono y Nitrógeno de acuerdo al principio de Dumas, (CN828 Leco Corporation, St Joseph,MI), multiplicando el nitrógeno por el factor 6,25 se obtuvo el valor de Proteína Bruta. La energía por bomba calorimétrica isoperibólica (Marca Biobase, modelo BK-1A+.Shandong. China).

Digestibilidad In Vitro: Para el ensayo de Digestibilidad in vitro se pesaron muestras de 0,5 gramos con 4 repeticiones cada una. La técnica utilizada, para la determinación de la digestibilidad in vitro fue la modificación Tilley & Terry (1963) (Mould et al., 2005); donde las muestras fueron colocadas en bolsas de poliamida o poliéster (porosidad entre 25 a 50 µm) y transferidas a frascos de incubación con solución buffer y líquido ruminal en una proporción 80:20 gasificados con CO₂ durante 15 segundos. Se colocaron también frascos control sin muestra, para poder controlar la actividad microbiana de manera efectiva entre cada prueba.

Posteriormente, los frascos fueron incubados a 39°C en baño María por un periodo de 48 horas. Durante este tiempo, los tubos fueron agitados a mano 4 a 5 veces por día, para permitir un ataque homogéneo de la muestra por los microorganismos ruminales.

Transcurrido ese tiempo se lavaron las bolsas con agua corriente y se sometieron a tratamiento con solución neutro detergente. Una vez retiradas de la solución neutro detergente se volvieron a lavar con agua caliente hasta extraer todo el contenido detergente y por último sumergiendo en acetona. Posteriormente las bolsas fueron colocadas en estufa a 105°C durante 4 a 8 horas, luego retiradas en desecador y pesadas. Por último, se colocaron en crisoles de porcelana para ser llevados a la mufla durante 3 horas:

Fórmulas utilizadas:

$$\text{Digestión de la materia seca In Vitro \%} = \frac{\text{MSI} - (\text{MSRM} - \text{MSRBL}) \times 100}{\text{MSI}}$$

$$\text{Digestión de la materia orgánica In Vitro \%} = \frac{\text{MOI} - (\text{MORM} - \text{MORBL}) \times 100}{\text{MOI}}$$

Donde:

MSI = Materia seca inicial
MSRM = Materia seca residual en muestra
MSRBL = Materia seca residual en blanco
MOI = Materia orgánica inicial
MORM = Materia orgánica residual en muestra
MORBL = Materia orgánica residual en blanco

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los resultados de la composición química y de la Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca y la Materia Orgánica del Algarrobo (*Prosopis alba*).

Tabla 1. Composición química y Digestibilidad In vitro

Digestibilidad in Vitro	(%)
DIVMS	38,27
DIVMO	40,71
Composición química	(%)
MS 105° C	92,86
PB	11,58
FDN	48,03
FDA	32,37
Lg	13,03
MM	5,19
EE	1,78
CNF	33,42
TND	53,52
EM (Mcal/kg)	1,93

***DIVMS:** Digestibilidad in vitro de la materia seca; **DIVMO:** Digestibilidad in vitro de la materia orgánica; **MS105°C:** Materia Seca 105°C; **PB:** Proteína Bruta; **FDN:** Fibra Detergente Neutra; **FDA:** Fibra Detergente Ácida; **Lg:** Lignina; **MM:** Material Mineral; **EE:** Extracto Etéreo; **CNF:** Carbohidratos no estructurales; **EM:** Energía Metabolizable; **TND:** Total de Nutrientes Digestibles

El porcentaje de DIVMS para hojas, vainas y ramas tiernas de *Prosopis alba* fue del 38,27% y el porcentaje de DIVMO fue de 40,71%. En un estudio llevado a cabo a nivel local, Benítez (2016), determinó que la DIVMS de vainas de *Prosopis nigra* es del 67,06%, mientras que la DIVMO es del 65,91%.

Además, cuando se utilizan hojas y vainas de *Prosopis nigra* se obtiene una DIVMS del 64,49% y una DIVMO del 62,72% (Benítez, 2016).

Mejía-Haro et al; 2021 mencionan valores de digestibilidad in situ en vainas de mezquite molidas sin cernir de 49.9% y 61,8 % en las cernidas, pudiendo deberse estas diferencias a la variedad de *Prosopis* utilizada por estos autores (*Prosopis laevigata*), y el ensayo de digestibilidad empleado.

Los resultados obtenidos en este estudio fueron menores a los mencionados anteriormente, pudiendo deberse esto a las características de las muestras utilizadas para este ensayo, en particular con la parte de la planta que fue incluida en la muestra (ramas), lo que pudo afectar el porcentaje de digestibilidad. Por lo general, las hojas contienen más solubles celulares que los tallos, a su vez, los frutos y las flores contienen más solubles celulares que las hojas. Siendo entonces el tallo la parte menos digestible (Lyons et al., 2001).

En cuanto a la composición bromatológica los resultados fueron: MS_{105°C}: 92,86 %. Méndez (2016) y Méndez-Natera (2002) mencionan que los factores de mayor influencia sobre la cantidad de Materia Seca que posee una planta son el número de hojas y la altura de la planta. *Prosopis alba* es un árbol que presenta una altura promedio de 18 metros, sus hojas son anchas miden de 6 a 14 cm de largo, presentan uno a tres pares de pinnas y las pinnas llevan de 25 a 50 pares de foliolos lineares.

Benítez (2016) reportó valores de MS de las vainas de algarrobo (*Prosopis nigra*) del 91,69%. Por su parte, Benítez (2014), señaló que el porcentaje de MS para hojas de *Prosopis nigra* en combinación con vainas fue del 91,90%, siendo estos valores ligeramente inferiores a los obtenidos en este estudio.

El porcentaje de PB fue de 11,58 % inferior a lo mencionado por Mejía-Haro et al (2007) de 14,4 %, en vainas molidas de *Prosopis laevigata*. Benítez (2016), refiere valores obtenidos de PB desde 12,40%, en vainas de *Prosopis nigra* a 14,55% al analizar hojas y vainas en la misma especie (Benítez, 2014). González et al (2008) presentaron valores de PB de 11,01% en la misma variedad que la utilizada en este estudio.

Como se había mencionado, los solubles celulares se encuentran en mayor cantidad en tejido forrajero en crecimiento activo y disminuyen a

medida que las plantas maduran y se vuelven inactivas (INIA, 2018; Lyons et al., 2001).

Hojas, vainas y ramas tiernas de *Prosopis alba* contienen 48,03% de FDN y 32,37% de FDA. La cantidad de Lignina presente fue de 13,03%. Los componentes de las paredes celulares varían en contenido, conforme las células de las plantas maduran, aumenta la pared celular en grosor y contenido de fibra, los nutrientes son redistribuidos de las hojas a las raíces, reduciéndose el contenido celular presente dentro de cada célula de las hojas (Lyons et al., 2001).

Benítez (2016) reportó valores de 44,11 y 30,47% de FDN y FDA respectivamente, en *Prosopis nigra*; siendo estos valores menores a los obtenidos en este estudio, pudiendo las diferencias ser explicadas por la variedad y el periodo en el que fueron recolectadas las muestras.

Peña-Avelino et al. (2016) reportaron menores valores de fibra detergente neutra (35.2%) y fibra detergente ácida (27.2%), atribuyendo estas variaciones al clima y composición de los suelos. Con respecto a la lignificación, se deben tener en cuenta factores relacionados con el medio en el cual se encuentra la especie así como la temperatura, ya que la lignificación se ve incrementada en aquellas plantas que crecen bajo temperaturas cálidas. Por último, un factor que juega un papel importante en la lignificación es el estado vegetativo de las plantas, a mayor madurez, mayor concentración de lignina (Francesca, 2017; Bach & Calsamiglia, 2006).

El contenido de lignina que presenta *Prosopis alba* en este trabajo es similar al contenido que presentan otras especies del género *Prosopis*, autores como Esqueda et al. (1987), en un estudio del contenido, fluctuación y valor nutricional del mezquite (*Prosopis glandulosa*) en la dieta de bovinos durante la época de sequía, determinaron que el contenido de lignina de esa especie (*Prosopis glandulosa*) varía entre 5,6% a 13,9% conforme va madurando la planta, resultados que coinciden con los obtenidos en este estudio.

Con respecto a las Cenizas o Material Mineral (MM) el valor obtenido en este estudio fue de 5,19%, similar al obtenido por Benítez (2014) quien encontró valores de 5,76% en hojas y vainas mezcladas de *Prosopis nigra* 5,76% de MM. Así también valores de 3,17% de MM en harina de frutos de *P. alba* fueron mencionados por González et al.

(2008). La concentración de material mineral que presenta una planta puede variar por diferentes razones, el principal factor que controla el contenido mineral de las plantas es el potencial de absorción para los diferentes nutrientes, que es específico y fijado genéticamente (Mendel, K y Kirkby, E; 2000). García-López et al. (2019) en tres variantes de la vaina de *Prosopis laevigata* en el Altiplano Potosino de México encontraron valores de contenido mineral entre 3,6 y 4,2 %.

En cuanto al Extracto Etéreo (EE), en el presente estudio determinó que *Prosopis alba* presenta 1,78% para la combinación de hojas, vainas y ramas tiernas y García-López et al. (2019) presentaron valores entre 3,8 y 4 % en vainas. Por lo que se refiere a Carbohidratos No Fibrosos (CNF), como los almidones y azúcares, este estudio determinó que *Prosopis alba* presenta un 33,42% de CNF.

Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses.

CONCLUSIÓN

Los resultados de porcentaje de DIVMS y DIVMO fueron 38,27 y 40,71 % respectivamente, en cuanto a la composición química los resultados fueron; MS 105°C: 92,89 %, PB: 11,58% FDN: 48,03%, FDA: 32,37%, Lg: 13,03%, MM: 5,19%, EE: 1,78%, CNF: 33,42% , NDT: 53,52%, EM: 1,93(Mcal/kg).

Estos resultados nos indican que esta especie podría ser una alternativa en la alimentación animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AOAC International. (2000). Official methods of analysis of AOAC International (Vol. 17, No. 1-2). AOAC international.
2. Bach, A., & Calsamiglia, S. (2006). La fibra en los rumiantes: ¿Química o física. XXII curso de especialización Fedna. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
3. Benítez Fernández C. (2016) Estudio de la digestibilidad in vitro de frutos de algarrobo (*Prosopis nigra*) y Karanday (*Copernicia alba*), mezclados en diferentes proporciones [monografía de grado]. [San Lorenzo- Paraguay]: Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad Nacional de Asuncion.
4. Benítez Riveros I. (2014) Digestibilidad in vitro de hojas y vainas de Algarrobo negro (*Prosopis nigra*). [monografía de grado]. [San Lorenzo- Paraguay]: Facultad de Ciencias

Veterinarias Universidad Nacional de Asuncion.

5. Di Marco E. *Prosopis alba* Griseb. (Algarrobo Blanco) (Familia Fabaceae, Mimosoideae). 2013.
6. Esqueda Coronado, M. H., Chávez Silva, A. H., & Gutiérrez Alderete, J. L. (1987) Contenido, fluctuación y valor nutricional del mezquite (*Prosopis glandulosa*) en la dieta de bovinos durante la época de sequía. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias (México). 25 (3), 309 – 314.
7. Fontana ML, Pérez VR, Luna CV. (2020) Distribución, bioecología y provisión de bienes y servicios ecosistémicos de *Prosopis alba* en Argentina. Revista de la Facultad de Agronomía. 119 (2), 050-050.
8. Francesa, U. (2017). La Fibra en Forrajes Tropicales. "Factores que afectan su Digestibilidad. Recuperado de <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/fibraforrajes-tropicales-parte-t40551.htm>.
9. Galera, F. M. (2000). Las especies del género *Prosopis* (algarrobos) de América Latina con especial énfasis en aquellas de interés económico. Recuperado de <https://www.fao.org/3/ad314s/AD314S00.htm>
10. García-López, J. C., Durán-García, H. M., José, A., Álvarez-Fuentes, G., Pinos-Rodríguez, J. M., Lee-Rangel, H. A., ... & Salinas-Rodríguez, M. (2019). Producción y contenido nutrimental de vainas de tres variantes de mezquite (*Prosopis laevigata*) en el altiplano potosino, México. Agrociencia, 53(6), 821-831.
11. González Galán, A., Duarte Corrêa, A., Patto de Abreu, C. M., & Piccolo Barcelos, M. F. (2008). Caracterización química de la harina del fruto de *Prosopis* spp. procedente de Bolivia y Brasil. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 58(3).
12. INIA. Algunos conceptos sobre calidad de forrajes. 2018
13. Izaguirre F, Martínez J. (2013) El uso de árboles multipropósito como alternativa para la producción animal sostenible. Revista Tecnología En Marcha. 21 (1), 28-40.
14. Lyons, R. K., Machen, R. V., & Forbes, T. D. A. (2001). Why Range Forage Quality Changes (Spanish). Texas FARMER Collection.
15. Mejía-Haro, I., Soria-Rodríguez, L. I., Ortiz-de la Rosa, B., Marín-Perales, V. M., Ramón-Ugalde, J. P., Rivera Lorca, J., & Ramos-Dávila, M. (2021). Parámetros productivos de corderos alimentados con dietas de diferente concentración de vainas de *Prosopis laevigata*. Acta universitaria, 31, 1 - 11. <https://doi.org/10.15174/au.2021.3149>
16. Natera, J. R. M. (2002). Relación entre el peso seco total

y los caracteres vegetativos y la nodulación de plantas de maní (*Arachis hypogaea* L.). Revista Científica UDO Agrícola, 2(1), 46-53.

17. Méndez R. (2016) Caracterización y valor nutricional de especies forrajeras consumidas por bovinos en Rivadavia, Banda Sur, provincial de Salta [monografía de grado]. Universidad Nacional de la Plata.

18. Mengel, K., & Kirkby, E. A. (2000). Principios de nutrición vegetal. 535 p.

19. Michela, J. F., Kees, S., & Skoko, J. (2015). Evaluación del crecimiento de plantaciones juveniles de algarrobo blanco (*Prosopis alba* Griseb) en el centro oeste del Chaco argentino. Temas agrarios, 20 (1), 9-18.

20. Peña-Avelino, L. Y., Pinos-Rodriguez, J., Juárez-Flores, B., & Yáñez, L. (2016). Effects of *Prosopis laevigata* pods on growth performance, ruminal fermentation and blood metabolites in finishing lambs. South African Journal of Animal Science, 46 (4) , 360 . <https://doi.org/10.4314/sajas.v46i4.3>

21. Russo, R. O., & Botero, R. (2005). El componente arbóreo como recurso forrajero en los sistemas silvopastoriles. Escuela de Agricultura de la región húmeda. San José, Costa Rica.

22. Tilley, J. M. A., & Terry, D. R. (1963). A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. Grass and forage science, 18(2), 104-111.