

El guaje o huaxin *Leucaena leucocephala* (Fabaceae: Mimosoideae): planta aliada de la ganadería tropical sostenible en México^ϕ

Lucero Sarabia-Salgado¹, Jorge Rodolfo Canul-Solis²,
Jaime Olivares-Pérez¹, Luis Enrique Castillo-Sánchez^{2*}

Introducción

La ganadería tropical enfrenta un doble desafío. Por un lado, requiere aumentar su productividad animal para garantizar la seguridad alimentaria de una población humana en crecimiento constante (Alcalá-Galván 2025) y, por otro, debe reducir su huella ambiental mediante la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera (Martínez *et al.* 2019).

En las regiones tropicales y subtropicales de América Latina, los sistemas de producción bovina dependen principalmente de las gramíneas tropicales como forraje base (Ramírez-Avilés *et al.* 2019). Sin embargo, las gramíneas tienen un contenido proteico bajo durante la época de secas, un alto contenido de fibra detergente neutra (FDN) y una baja digestibilidad. Consecuentemente, estos factores limitan el desempeño animal y favorecen la producción de metano entérico (Castrejón *et al.* 2017).

Bajo este contexto, las leguminosas forrajeras de los sistemas silvopastoriles pueden ser herramientas fundamentales para la transformación agrícola hacia sistemas pecuarios sostenibles (Ramírez-Avilés *et al.* 2019). Entre las leguminosas forrajeras destaca el guaje o

^ϕ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia N° 1, Universidad Autónoma de Guerrero, Carretera Nacional Cd. Altamirano-Iguala Km 3 Colonia Querenditas, Cd. Altamirano 40610, Guerrero, México.
² Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tizimín. Final aeropuerto Cupul S/N. C.P. 97700, Tizimín, Yucatán, México. * luis.castillo@ittizimin.edu.mx
DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.6955>



huaxin *Leucaena leucocephala* [Lam.] de Wit, que es una de las plantas más analizadas como forraje sostenible (De Angelis *et al.* 2021) (Fig. 1).



Figura 1. Inflorescencia (esquina superior izquierda), vaina y hojas de guaje *Leucaena leucocephala* (Fotografía de Jorge Canul).

El guaje es una leguminosa arbórea cuyo valor nutritivo excepcional, su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico y su compatibilidad con sistemas múltiples de producción en el trópico han sido estudiados (De Angelis *et al.* 2021). Más allá de la nutrición animal, los compuestos secundarios de esta planta, como los taninos condensados, abren una vía natural para reducir las emisiones de metano hacia la atmósfera en los sistemas ganaderos. El objetivo de este artículo fue analizar el perfil nutritivo del guaje o huaxin *Leucaena leucocephala*, su interacción con las gramíneas tropicales, sus compuestos secundarios en nutrición animal y su potencial para reducir emisiones de metano entérico en sistemas ganaderos del trópico.

“El guaje es una leguminosa arbórea cuyo valor nutritivo excepcional, su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico y su compatibilidad con sistemas múltiples de producción en el trópico han sido estudiados.”

Perfil de la leguminosa insignia del trópico *Leucaena leucocephala*

Es un árbol, o arbusto (familia Fabaceae, subfamilia Mimosoideae), nativa de Centroamérica, pero con centro de origen en México y Guatemala. Hoy, se encuentra naturalizada en todas las zonas tropicales (De Angelis *et al.* 2021). Se ha adaptado a una amplia variedad de suelos y condiciones climáticas, aunque abunda en suelos bien drenados, ligeramente alcalinos (pH 6.0–7.5) y con precipitaciones entre 650 y 3,000 mm anuales (Verma 2016). Su follaje con hojas pinnadas, tallos jóvenes y vainas inmaduras (Fig. 1) es altamente palatable y nutritivo para los animales (Orwa *et al.* 2009).

El contenido de proteína cruda varía entre 20 y 30% en base seca que es muy superior al de cualquier gramínea tropical, y la materia seca presenta una digestibilidad *in vitro* de 46 a 55% (Piñeiro-Vázquez *et al.* 2017). Su capacidad de asociarse con bacterias *Rhizobium* le permite fijar nitrógeno, lo que reduce la dependencia de fertilizantes sintéticos y mejora la fertilidad del suelo. Además, debido al contenido alto de metabolitos secundarios, inhiben la eclosión de huevecillos y mortalidad del nemátodo gastrointestinal *Haemonchus contortus* (Santiago *et al.* 2023).

Asociación con gramíneas: la sinergia forrajera

El guaje es reconocido por su alto valor nutricional (Tabla 1). Su digestibilidad varía entre 55 y 65% mientras que las ganancias de peso oscilan entre 693 y 851 g/animal/día de peso vivo (Martínez-Hernández *et al.* 2019). La integración del guaje en praderas de gramíneas tropicales aporta beneficios más allá de la suplementación proteica, ya que incrementan los niveles de carbono y nitrógeno en suelo, reduce el estrés animal por la sombra y mitiga las temperaturas ambientales (Fig. 2) (Ramírez-Avilés *et al.* 2019).

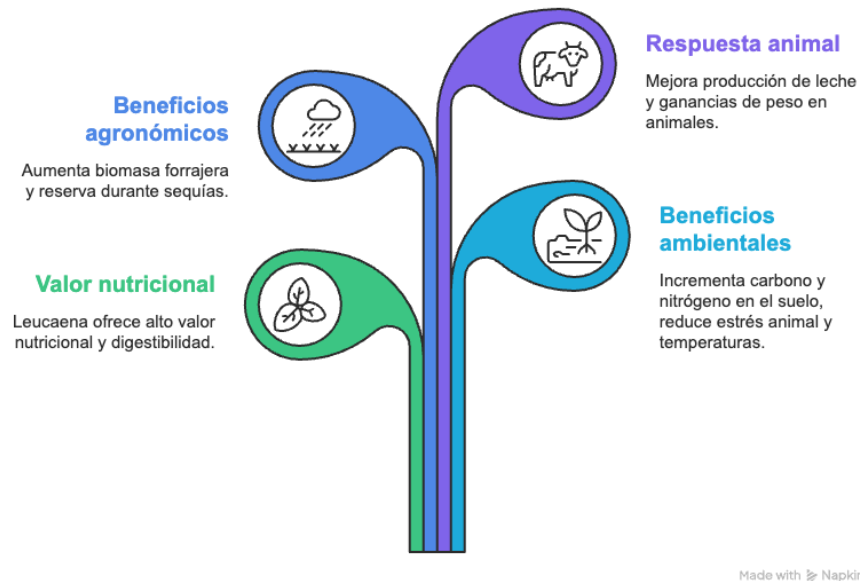


Figura 2. Los beneficios de la asociación entre el guaje (*Leucaena leucocephala*) con las gramíneas (imagen creada con IA Napkin por Luis Castillo).

Bioagrocencias
ISSN 2007-431X

“La integración del guaje en praderas de gramíneas tropicales aporta beneficios más allá de la suplementación proteica, ya que incrementan los niveles de carbono y nitrógeno en suelo, reduce el estrés animal por la sombra y mitiga las temperaturas ambientales.”

En términos agronómicos, la asociación en callejones, o bancos de proteína, incrementa la biomasa forrajera todo el año (Hernández-Melchor *et al.* 2023). Román-Miranda *et al.* (2016) registraron que los sistemas silvopastoriles con guaje aportan de 6.8 a 9.10 t/ha/año, lo que constituye una reserva forrajera en época de sequía cuando las gramíneas reducen drásticamente su producción. La respuesta animal ante esta integración es notable.

En Yucatán, México, vacas de doble propósito con acceso a bancos de *L. leucocephala* y *Cynodon nlemfuensis* alcanzaron producciones de leche de 12.4 a 14.6 kg/vaca/día, comparables a las de animales suplementados con hasta cuatro kilogramos de alimento concentrado por día (Bottini-Luzardo *et al.* 2016).

Aguirre *et al.* (2013) evaluaron animales de cruce Cebú-Suizo, comunes en la región costera de Chiapas, México, con un peso promedio inicial de 214 kg y 18 meses de edad, y

encontraron que la dieta basada en guaje, en asociación con *C. plectostachyus*, generó una ganancia de peso de 381 g/animal/día en temporada de lluvias y de 437 g/animal/día en temporada de estiaje. También, Rivera-Herrera *et al.* (2017) comprobaron que animales alimentados con el guaje en sistemas silvopastoriles producen dos o tres veces más carne y leche por ha/año, como resultado de un mayor consumo de nutrientes y de una mayor oferta forrajera.

Tabla 1. Composición nutritiva de distintas partes del guaje *Leucaena leucocephala*.

Referencia	PC	Cenizas	FDN	FDA	FT	TT	TC	MS	Parte de la planta
Sallamab <i>et al.</i> (2010)	20.40	8.00	54.31	35.10	5.71	4.90*	3.25 ⁺	—	PE
Rimbawanto <i>et al.</i> (2015)	22.16	7.89	—	—	7.59	6.21	4.00	38.07	Hoja
Román-Cortés <i>et al.</i> (2014)	31.70	4.88	—	—	—	—	—	98.00	Semilla roja
Román-Cortés <i>et al.</i> (2014)	33.12	5.34	—	—	—	—	—	98.00	Semilla verde
García <i>et al.</i> (2008)	25.35	7.64	44.56	16.22	—	—	—	24.71	PE
Piñeiro <i>et al.</i> (2017)	16.02	—	58.09	42.00	7.70	—	1.47	—	PE

PC: proteína cruda; FDN: fibra detergente neutra; FDA: fibra detergente ácida; FT: fenoles totales; TT: taninos totales; TC: taninos condensados; MS: materia seca; PE: planta entera (según las abreviaturas comunes en bromatología). *Equivalentes de ácido tánico/kg MS. ⁺Equivalentes eq-g leucocianidina/kg MS.

Compuestos secundarios

El guaje no es, en todos los casos, una alternativa exenta de limitaciones ya que contiene compuestos secundarios (Tabla 1) que, cuando se consumen en concentraciones inadecuadas, pueden limitar su aprovechamiento en la alimentación animal (García *et al.* 2008; Martínez *et al.* 2019). No obstante, con un manejo adecuado, estos mismos compuestos pueden transformarse en activos biológicos de alto valor nutricional y de beneficios ambientales (Martínez *et al.* 2019).

El guaje contiene mimosina, que es un compuesto secundario que puede alcanzar concentraciones de 2 a 5% en el follaje fresco. En Yucatán, los rumiantes que consumen esta planta pueden tolerar la inclusión de más del 50% en su dieta sin que tengan repercusiones negativas en la producción por consumo de mimosina y sus isómeros. Sin embargo, en animales no adaptados a la ingesta de esta planta, el consumo debe limitarse a niveles bajos

de inclusión (inferiores al 30% en la dieta) principalmente por la mimosina y sus derivados (Barros-Rodríguez *et al.* 2014).

Los taninos condensados en el guaje oscilan en concentraciones entre 3 y 5% de la materia seca, según la variedad, la época del año y el manejo agronómico (García *et al.* 2008). A concentraciones moderadas (1–3% MS), los taninos condensados son benéficos para la nutrición de rumiantes ya que aumentan el flujo de proteína sobrepasante al intestino delgado, mejoran la eficiencia en el uso del nitrógeno dietético y reducen el riesgo de timpanismo espumoso (Barros-Rodríguez *et al.* 2014). Concentraciones superiores al 5% reducen la digestibilidad de la materia orgánica y provocan trastornos digestivos en el bovino. En este sentido se debe ejercer control sobre el nivel de consumo de follaje (Martínez-Hernández *et al.* 2019).

Aunque el guaje no destaca como la fuente principal de saponinas, la interacción sinérgica entre estos compuestos y los taninos en el rumen del animal influye en el perfil fermentativo y puede acarrear efectos negativos en la digestibilidad de los nutrientes (Herrera-Herrera *et al.* 2022).

Reducción de las emisiones de metano: ¿una herramienta verde?

El metano (CH₄), generado por fermentación entérica en rumiantes, se suma a los GEIs del calentamiento global 28 veces más que el CO₂ en un horizonte de 100 años. También, representa una pérdida energética del 2% al 12% de la energía bruta consumida por el animal (Piñeiro *et al.* 2017). En México, el sector pecuario aporta aproximadamente el 12% de las emisiones nacionales de GEIs, con el metano entérico como su componente principal (Martínez *et al.* 2019). La reducción de estas emisiones sin comprometer la productividad animal es uno de los desafíos técnicos más urgentes de la ganadería contemporánea (Ramírez-Avilés *et al.* 2019).

Los taninos condensados del guaje actúan como agentes antimetanogénicos naturales mediante un mecanismo multifactorial. Primero, forman complejos con las proteínas del forraje y reducen la producción de hidrógeno —sustrato clave para la metanogénesis— en el rumen. Segundo, inhiben directamente a las arqueas metanogénicas (*Methanobrevibacter* spp.) al interactuar con proteínas de su superficie celular. Tercero, reducen la población de protozoos ruminales ciliados, responsables de hasta el 37% de la producción ruminal de hidrógeno (Tan *et al.* 2011). La concentración de taninos condensados puede verse afectada por el genotipo de planta y por factores ambientales estresantes, entre los que sobresale la escasez de agua (Verdecia *et al.* 2012).

Piñeiro-Vázquez *et al.* (2017) registraron disminuciones de hasta 15.6% en la producción de metano por unidad de materia seca consumida por vaquillas suplementadas con follaje de guaje. Extractos de taninos condensados a dosis más altas reducen hasta un 25% en sistemas *in vitro* con inóculo ruminal bovino (Patra y Saxena 2009). Ramírez-Avilés *et al.* (2019) registraron que el guaje es una de las fuentes naturales antimetanogénicas más prometedoras

en el trópico, especialmente por su disponibilidad, bajo costo relativo y su doble función forrajera y ambiental.

La magnitud de la reducción de metano depende del nivel de inclusión del follaje en la dieta del animal, del contenido específico de taninos (variable entre genotipos y ambientes) y de la interacción con el resto de los componentes de la ración (Piñeiro *et al.* 2017; Ramírez-Avilés *et al.* 2019). El manejo agronómico y la dosificación emergen, por tanto, como variables críticas para optimizar este efecto ambiental sin comprometer la productividad animal (Martínez *et al.* 2019).

“Los taninos condensados del guaje actúan como agentes antimetanogénicos naturales mediante un mecanismo multifactorial.”

Conclusión

El guaje no es una solución universal, pero sí una opción alimentaria versátil para los sistemas ganaderos tropicales. Su potencial para mejorar la productividad animal y la calidad del suelo, y para reducir las emisiones de metano a la atmósfera, lo posiciona como un componente estratégico en los modelos de ganadería sostenible. A este beneficio multidimensional se agrega el hecho de que es una especie nativa y adaptada al entorno mesoamericano y disponible a bajo costo para los productores rurales. La ganadería silvopastoril con el guaje no es solo una opción técnica, es una apuesta por un modelo productivo que concilia la producción de alimentos con la protección de los servicios ecosistémicos del trópico.

Referencias

- Aguirre-Medina JF, Martínez-Tinajero JJ, Ley De Coss A y Velazco-Zabadúa ME. 2013. Producción de carne con *Leucaena leucocephala* Lam. de Wit en banco de proteína y asociación de *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Beth y *Cynodon plectostachyus* (K) Schum. Pilger. *Agro Productividad* 6(6):16-22.
- Barros-Rodríguez M, Sandoval-Castro CA, Solorio-Sánchez J, Sarmiento-Franco LA, Rojas-Herrera R y Klieve AV. 2014. *Leucaena leucocephala* in ruminant nutrition. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 17(2):173-183.
- Bottini-Luzardo MB, Aguilar-Pérez CF, Centurión-Castro FG, Solorio-Sánchez FJ y Ku-Vera JC 2016. Milk yield and blood urea nitrogen in crossbred cows grazing *Leucaena leucocephala* in a silvopastoral system in the Mexican tropics. *Tropical Grasslands-Forrajeros Tropicales* 4(3):159-167.

- Castrejón PFA, Corona GL, Rosiles MR, Martínez PP, Lorenzana MAV *et al.* 2017. Características nutrimentales de gramíneas, leguminosas y algunas arbóreas forrajeras del trópico mexicano: fracciones de proteína (A, B1, B2, B3 y C), carbohidratos y digestibilidad *in vitro*. 1a Ed. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. México. 172p.
- De Angelis A, Gasco L, Parisi G y Danieli PP. 2021. A multipurpose leguminous plant for the mediterranean countries: *Leucaena leucocephala* as an alternative protein source: a review. *Animals* 11(8):2230.
- Alcalá-Galván CH. 2025. Bioeconomía en la ganadería de bovinos para carne en América Latina. En Quiroga-Canaviri JL, Menéndez-Gámiz CR, Becerra-Guzmán FJ, Ramírez-Hernández BC y Zúñiga-González CA (eds.) Bioeconomía en Latinoamérica: desafíos para la sostenibilidad y el desarrollo. Volumen 2. Sector primario. Universidad de Guadalajara. México. 210-235.
- García D, Hilda WG, Gonzáles M, Medina M y Cova L. 2008. Caracterización de diez cultivares forrajeros de *Leucaena leucocephala* basada en la composición química y la degradabilidad ruminal. *Revista MVZ Córdoba* 13(2):1295-1303.
- Hernández-Melchor GI, Hernández-Hernández M, Sol-Sánchez A, Rosales-Martínez F y Hernández-Salinas G. 2023. Importancia forrajera y nutricional de *Leucaena leucocephala* en sistemas silvopastoriles. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático* 9(17):2140-2152.
- Herrera-Herrera RC, Escudero-Sánchez GV, Verdecia DM, Ramírez JL y López S. 2022. Influence of chemical composition and secondary metabolites on the digestibility of *Leucaena leucocephala*. *International Journal of Multidisciplinary and Current Research* 10(4):312-317.
- Martínez-Hernández PA, Cortés-Díaz E, Purroy-Vásquez R, Palma-García JM, Del Pozo-Rodríguez PP y Vite-Cristóbal C. 2019. *Leucaena leucocephala* (LAM.) DE WIT especie clave para una producción bovina sostenible en el trópico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 22(2):331-357.
- Orwa C, Mutua A, Kindt R, Jamnadass R y Simmons A. 2009. Agroforestry Database: A Tree Reference and Selection Guide Version 4.0. Kenya: World Agroforestry Centre. Fecha de consulta 18/03/2026 en <https://www.cifor-icraf.org/gtkp/resource/agroforestry-database/>.
- Patra AK y Saxena J. 2009. The effect and mode of action of saponins on the microbial populations and fermentation in the rumen and ruminant production. *Nutrition Research Reviews* 22(2):204-219.
- Piñeiro-Vázquez AT, Canul-Solis JR, Jiménez-Ferrer GO, Alayón-Gamboa JA, Chay-Canul AJ, Ayala-Burgos AJ, Aguilar-Pérez CF y Ku-Vera JC. 2017. Effect of condensed tannins from *Leucaena leucocephala* on rumen fermentation, methane production and population of rumen protozoa in heifers fed low-quality forage. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 31(11):1738.

- Ramírez-Avilés L, Solorio-Sánchez FJ, Aguilar-Pérez CF, Ayala-Burgos AJ y Ku-Vera JC. 2019. *Leucaena leucocephala* feeding systems for cattle production in Mexico. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales* 7(4):375-380.
- Rimbawanto EA, Yusiati LM, Baliarti E y Utomo R. 2015. Effect of condensed tannin of *Leucaena* and *Calliandra* leaves in protein trash fish silage on *in vitro* ruminal fermentation, microbial protein synthesis and digestibility. *Animal Production* 17(2):83-91.
- Rivera-Herrera JE, Molina-Botero I, Chará-Orozco J, Murgueitio-Restrepo E y Barahona-Rosales R. 2017. Sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit: alternativa productiva en el trópico ante el cambio climático. *Pastos y Forrajes* 40(3):171-183.
- Román-Cortés N, García-Mateos MDR, Castillo-González AM, Sahagún-Castellanos J y Jiménez-Arellanes A. 2014. Componentes nutricionales y antioxidantes de dos especies de guaje (*Leucaena* spp.): un recurso ancestral subutilizado. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 20(2):157-170.
- Román-Miranda ML, Palma-García JM, Zorrilla-Rios JM y Mora-Santacruz A. 2016. Producción de materia seca de *Leucaena leucocephala* y vegetación herbácea en un banco de proteína pastoreada por ovinos. *Revista de Sistemas Experimentales* 3(6):42-50.
- Sallamab SMAH, da Silva Bueno IC, de Godoy PB, Nozella EF, Vitti DMSS y Abdalla AL. 2010. Ruminal fermentation and tannins bioactivity of some browses using a semi-automated gas production technique. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 12(1):1-10.
- Santiago-Figueroa I, Lara-Bueno A, González-Garduño R, Mendoza-de Gives P, Delgado-Núñez EJ, Maldonado-Simán EDJ, Garedaghi Y y Olmedo-Juárez A. 2023. Anthelmintic evaluation of four fodder tree extracts against the nematode *Haemonchus contortus* under *in vitro* conditions. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 14(4):855-873.
- Tan HY, Sieo CC, Abdullah N, Liang JB, Huang XD y Ho YW. 2011. Effects of condensed tannins from *Leucaena* on methane production, rumen fermentation and populations of methanogens and protozoa *in vitro*. *Animal Feed Science and Technology* 169(3-4):185-193.
- Verdecia DM, Herrera H, Ramírez JL, Leonard I, Álvarez Y *et al.* 2012. Valor nutritivo de *Leucaena leucocephala*, con énfasis en el contenido de metabolitos secundarios. *Revista Electrónica de Veterinaria* 13(11):1-10.
- Verma S. 2016. A review study on *Leucaena leucocephala*: a multipurpose tree. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology* 2(2):103-105.

Sarabia-Salgado L, Canul-Solis JR, Olivares-Pérez J, Castillo-Sánchez LE. 2026. El guaje o huaxin *Leucaena leucocephala* (Fabaceae: Mimosoideae): planta aliada de la ganadería tropical sostenible en México. *Bioagrociencias* 19 (1): 184-192.
DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.6955>