

La semilla del árbol Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz): alternativa alimentaria energética para animales de producción y seres humanos

Luis Sarmiento-Franco*, Sofía Montfort-Grajales, Carlos Sandoval-Castro

Introducción

En las regiones tropicales de Latinoamérica, el follaje, frutos y semillas del árbol Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) han sido ampliamente utilizados como un recurso alimenticio para seres humanos y animales. En Yucatán, este árbol es común en los patios de zonas rurales y zonas urbanas (Ayala *et al.* 2006).

En vista del alto contenido de almidón de su semilla, ésta en sí representa un recurso alimenticio energético adecuado, tanto para seres humanos y animales. La semilla tiene características nutricionales, como son contenido reducido de fibra y de proteína cruda, que resultan ser mayores que los del maíz. Además, la semilla del Ramón tiene un alto contenido de grasa y aminoácidos esenciales, como son la lisina, arginina, triptófano y valina (Martínez-Ruiz *et al.* 2019).

En la península de Yucatán, a pesar de que muchos productores usan tradicionalmente el forraje de este árbol y es común de encontrarlo en predios rurales y unidades de producción, existen pocas plantaciones cuyo objetivo sea el aprovechamiento de su forraje y fruto, por lo que este árbol no ha sido tan comercializado como otra vegetación perenne.

El valor actual de los recursos que ofrece el Ramón (e.g., forraje, semilla, madera) es alto debido a su amplia distribución y disponibilidad. Podría considerarse que el recurso ofrecido por este árbol es más económico que el de otros cultivos comerciales. Por tanto, su aprovechamiento tendría ventajas en comparación con alimentos convencionales, como el maíz, ya que cuando éste no se obtiene mediante su importación,

su cultivo requiere de varios insumos adicionales (e.g., fertilizante, mano de obra, herbicida, semilla importada, etc.) que lo encarecen.

El objetivo de este trabajo es describir las características químicas y el valor nutritivo de la semilla del árbol Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz), con énfasis en su valor como alimento energético.



Figura 1. Árbol de Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) en Yucatán.

Descripción biológica

El Ramón (*B. alicastrum*) es un árbol común en casi todos los bosques tropicales del sureste de México (Figura 1), tanto de la región del Golfo de México como del Pacífico Mexicano, y se le conoce por varios nombres comunes, entre los que destacan Ash,

Capomo, Talcoite, Osthé, Ojoche (Ortíz *et al.* 1995). Puede adaptarse a climas húmedos y áridos por su capacidad de aprovechar la humedad almacenada en el suelo desde sus raíces profundas, y retiene un forraje verde aún durante la época de secas (Peters y Pardo-Tejada 1982). Puede alcanzar 40 m de altura, aunque en Yucatán se han registrado árboles de hasta 20 m de altura y un metro de diámetro (Peters y Pardo-Tejada 1982; Santos y Abreu 1995). Si bien no es originario de la península de Yucatán, fueron los Mayas quienes lo introdujeron en la región e iniciaron su aprovechamiento. Rico-Gray y García-Franco (1991) mencionan que este árbol pudo haberse distribuido desde otras áreas más húmedas de Yucatán, y de otras partes de México, e inclusive de otros países.

Uso del forraje

El uso principal de este árbol es como fuente forrajera para la alimentación de animales de producción, como los rumiantes principalmente. Aunque también, el forraje se emplea para alimentación de cerdos, caballos y conejos. El forraje tiene 14% de proteína cruda, 3.9% de extracto etéreo o grasas, 13% de cenizas o minerales y 39% de fibra cruda (Ayala *et al.* 2006). Se ha reportado que los rumiantes prefieren consumir este forraje cuando se oferta de manera simultánea con otras especies arbóreas y gramíneas (Rojas-Schroeder *et al.* 2017).

A las vacas lecheras se les puede suministrar este forraje en la dieta sin efectos negativos en su producción (Sandoval-Castro *et al.* 2001). La inclusión de 30% de forraje de este árbol en la dieta de cerdos no afectó el consumo de alimento de estos animales (Santos y Abreu 1995). Sin embargo, en conejos el forraje ocasiona efectos negativos, ya que al sustituir con 20% de forraje la dieta comercial, la ganancia diaria de peso y el consumo de alimento disminuyeron significativamente (Cruz-Bacab *et al.* 2016). En conejos, se ha estimado un valor promedio de energía neta (utilizada para mantenimiento y producción) del follaje de 769 kcal/kg, que fue menor en comparación con la dieta convencional (1320 kcal/kg NE_{mp}). Esta diferencia explica la reducción en la ganancia de peso a niveles de 20% con este forraje en la dieta (Cruz-Bacab *et al.* 2016).

Características de la semilla

La semilla se encuentra dentro de una baya comestible (2 a 3 cm), cuyo color varía de verde cuando es inmadura a café cuando madura. Cuando la baya se seca puede removerse la cutícula y extraer la semilla esférica y aplanada (Figura 2) de ambos lados (1 a 2 cm de diámetro), de coloración café y con una cubierta delgada llamada testa (Figura 3). Los árboles producen frutos de marzo a abril y de agosto a septiembre cada año. Dependiendo de la talla del árbol, éstos pueden producir entre 75 y 95 kg de semilla al año (Peters y Pardo-Tejada 1982; Hernández-González et al. 2015; Olguin-Maciel *et al.* 2017; CONABIO 2018).

En la alimentación humana, la semilla ha sido usada desde la época pre-hispánica como alimento por los Mayas, cuando sus cultivos tradicionales no eran suficientes para la población (Peters y Pardo-Tejada 1982). Es frecuente encontrar este árbol en los traspatios de muchas casas, tanto en zonas rurales como urbanas. Las semillas pueden tostarse o cocerse y servir para elaborar diferentes productos, como son tortillas, galletas, una bebida similar al café, pan, mermeladas, entre otros. En zonas rurales, la semilla de este árbol representa un importante sustento para las familias de escasos recursos (Peters y Pardo-Tejada 1982; Gillespie *et al.* 2004).



Figura 2. Baya verde inmadura (arriba), baya amarilla madura (en medio) y semilla del árbol Ramón (abajo) (*Brosimum alicastrum*).

Composición química de la semilla

Identificar la composición química de un alimento permite conocer su contenido de nutrientes. Dicha composición incluye: materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, cenizas, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno. La materia seca refleja el contenido de agua o humedad del alimento. La proteína cruda es una aproximación del contenido de nitrógeno total, asumiendo que la proteína tiene 16% de nitrógeno. Sin embargo, no se puede diferenciar entre el nitrógeno protéico y el no protéico (e.g., aminoácidos libres, ácidos nucleicos, aminas, etc.), por lo que se denomina proteína cruda y no proteína verdadera. El extracto etéreo son las grasas, que incluye ácidos orgánicos, triglicéridos, pigmentos y ceras. Las cenizas equivalen a la parte inorgánica del alimento, o minerales, y se registra mediante la combustión completa de una muestra a 550 °C hasta que se elimine toda la materia orgánica. Los carbohidratos comprenden dos fracciones: la fibra cruda y el extracto libre de nitrógeno. La fibra cruda es la parte orgánica insoluble, es decir los carbohidratos no digeribles de un alimento, mientras que el extracto libre de nitrógeno es el componente soluble y digerible de los carbohidratos, que incluye almidón y azúcares. El valor de extracto libre de nitrógeno se obtiene sumando los cinco primeros componentes y después restarlo a 100 (si se determina mediante porcentajes) (Ayala *et al.* 2006; McDonald *et al.* 2010).

La energía bruta es aquella contenida en los alimentos y se libera cuando se oxidan sus componentes orgánicos. En palabras más sencillas, es el calor de combustión de un alimento. Esta energía bruta se calcula empleando una bomba calorimétrica, hecha de acero inoxidable. Para obtenerla, la muestra se deposita en la bomba y la temperatura inicial del agua se registra. Al quemar la muestra, el calor de la oxidación se disipa elevando así la temperatura del agua. La temperatura final es registrada cuando se llega al equilibrio. El calor producido se calcula del peso de la muestra, el peso del agua y el aumento de la temperatura (McDonald *et al.* 2010).

La composición química de la semilla del árbol Ramón incluye principalmente materia seca, seguida por almidón y azúcares (extracto libre de nitrógeno) y proteína cruda, y en menor medida extracto etéreo, cenizas y fibra cruda (Tabla 1).

Tabla 1. Composición química de la semilla del árbol Ramón, *B. alicastrum*, (% base seca, excepto dónde se indique).

Componente	Contenido	Referencias
Materia seca (% Base fresca)	92	(Ortiz <i>et al.</i> 1995)
Proteína cruda	12.8	(Peters y Pardo-Tejada 1982)
Extracto etéreo	3.1	(Ortiz <i>et al.</i> 1995)
Cenizas	3.4	(Subiria-Cueto <i>et al.</i> 2019)
Fibra cruda	3.2	(Subiria-Cueto <i>et al.</i> 2019)
ELN (almidón y azúcares)	71.2	(Subiria-Cueto <i>et al.</i> 2019)
Energía Bruta (kcal/kg MS)	3760	(Ortiz <i>et al.</i> 1995; Subiria-Cueto <i>et al.</i> 2019)
ELN: extracto libre de nitrógeno; kcal/kg: kilocalorías por kilogramo; MS: materia seca.		



Figura 3. Semillas del árbol Ramón con y sin testa.

En la alimentación animal, esta semilla es más adecuada para monogástricos, como son las aves, cerdos, conejos y caballos, debido a su bajo contenido de fibra cruda, su moderado contenido de proteína cruda (aunque más alto que el del maíz) y su alto porcentaje de almidón, este último como fuente de energía. En aves, solo se tiene un reporte del valor de energía, o energía metabolizable, que aporta esta semilla. La semilla contiene una cantidad de energía metabolizable menor (MS) que los cereales, con 1909 Kcal/kg de MS (Montfort-Grajales 2021), mientras que el maíz y el sorgo proporcionan 3499 Kcal/kg y 3346 Kcal/kg de MS, respectivamente (Khalil *et al.* 2021).

La energía metabolizable es aquella energía disponible para el animal de producción, ya que la energía contenida en los alimentos (energía bruta) no es totalmente utilizable por el animal porque una porción de ésta se pierde en la excreción (heces y orina). En consecuencia, es necesario cuantificar estas pérdidas de energía para obtener el valor de energía usada por el animal (energía metabolizable). Las pruebas de digestibilidad, que cuantifican heces y orina animal, permiten estimar el valor de energía metabolizable del alimento. Para aves, determinar la energía metabolizable es más sencilla debido a que en las excretas están incluidas tanto heces como orina (McDonald 2010).

En cerdos, Lozano *et al.* (1978) encontraron que la inclusión de 30% de semilla de Ramón, en sustitución de sorgo en la dieta, no afectó el consumo diario de alimento, ni la ganancia diaria de peso, ni la conversión alimenticia (i.e., kilogramos de alimento que necesita consumir el animal para ganar un kilogramo de peso vivo). Sin embargo, el valor de energía metabolizable sigue desconocido para cerdos, asumiendo que puede ser similar a la energía del sorgo. Para otros monogástricos, no hay reportes del valor energético de la semilla de Ramón.

En la alimentación humana, la semilla de Ramón ha demostrado ser un alimento alto en proteína (11.5%) y fibra dietética (13%) en comparación con el trigo (9.6% y 1.6%, respectivamente). El consumo de fibra ayuda a prevenir y tratar ciertas enfermedades (Subiria-Cueto *et al.* 2019). La sustitución de 25% de trigo por semilla de Ramón en tortillas mejoró su perfil nutricional, ya que su contenido energético y de proteína fue muy similar entre estas (3500 Kcal/kg vs. 3570 Kcal/kg, y 7.3% vs. 7.6%, para la tortilla de semilla del Ramón y tortilla de trigo, respectivamente). Sin embargo, el contenido de fibra dietética fue superior para la tortilla elaborada con la semilla del Ramón (3.6%) que el de la tortilla de trigo (0.8%) (Subiria-Cueto *et al.* 2019). En este sentido, la semilla de

Ramón es un alimento con potencial energético que puede competir con algunos cereales de la alimentación humana, y tener un impacto positivo en la salud humana. Aunque no existen resultados que indiquen con precisión el contenido de energía metabolizable en la semilla de Ramón, la información nutrimental actual disponible indica que su semilla tiene un alto potencial para la inclusión en la alimentación de la mayoría de los animales de producción y también para el ser humano.

Agradecimientos

La Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) proporcionó las instalaciones y laboratorios para la investigación. CONACYT otorgó una beca de Maestría, en el Posgrado Institucional en Ciencias Agropecuarias UADY, a la M. en C. Sofía Montfort Grajales.

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Km 15.5 carretera Mérida-Xmatkuil, Mérida, Yucatán, México.

*Autor de correspondencia: luis.sarmiento@correo.uady.mx

Sarmiento-Franco, L., Montfort-Grajales, Sandoval-Castro C. 2022. La semilla del árbol Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz): alternativa alimentaria energética para animales de producción y seres humanos. *Bioagrociencias* 15(1):19-27.

Referencias

Ayala BA, Cetina GR, Capetillo LC, Zapata CC, y Sandoval-Castro C. 2006. Composición Química-Nutricional de Árboles Forrajeros. Yucatán, México. 56 pp.

CONABIO. 2018. Ramón (*Brosimum alicastrum*). Fecha de consulta 25/11/2021 en http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/47-morac1m.pdf

Cruz-Bacab L, Sarmiento-Franco L y Sandoval-Castro C. 2016. Productive performance and net energy in rabbits fed increasing levels of *Brosimum alicastrum* fodder. *Revista Brasileira de Cunicultura* 10: 12-26.

Gillespie A, Bocanegra-Ferguson D y Jiménez-Osornio J. 2004. The propagation of Ramon (*Brosimum alicastrum* Sw.; Moraceae) in Mayan homegardens of the Yucatan peninsula of Mexico. *New Forest* 27:25-38.

- Hernández-González O, Vergara-Yoisura S y Larqué-Saavedra A. 2015. Studies of the productivity of *Brosimum alicastrum* a tropical tree used for animal feed in the Yucatan Peninsula. *Wulfenia Journal* 22:206-217.
- Khalil MM, Abdollahi MR, Zaefarian F, Chrystal PV y Ravindran V. 2021. Apparent metabolizable energy of cereal grains for broiler chickens is influenced by age. *Poultry Science* 100:101288.
- Lozano O, Shimada AS y Avila E. 1978. Valor Alimenticio de la Semilla del Ramon. *Técnica Pecuaria Mexicana* 34:100-104.
- Martínez-Ruiz NR, Torres LEJ, del Hierro-Ochoa JC y Larqué-Saavedra A. 2019. Bebida adicionada con *Brosimum alicastrum* Sw: una alternativa para requerimientos dietarios especiales. *Revista Salud Pública y Nutrición* 18 (3), 1-10.
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, Morgan CA, Sinclair LA y Wilkinson RG. 2010. *Animal Nutrition*. Seventh edition. Pearson. 714 pp.
- Montfort-Grajales S. 2021. “Estimación de la energía metabolizable y digestible de la harina de semilla de Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) en pollos de engorda en el trópico” Tesis para obtención de grado de Maestro en Ciencias Agropecuarias. Posgrado Institucional, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
- Olguin-Maciél E, Larqué-Saavedra A, Pérez-Brito D, Barahona-Pérez LF, Alzate-Gaviria L, Toledano-Thompson T, Lappe-Oliveras PE, Huchin-Poot EG y Tapia-Tussell R. 2017. *Brosimum alicastrum* as a novel starch source for bioethanol production. *Energies* 10:1-11.
- Ortiz M, Azañón V, Melgar M y Elias L. 1995. The corn tree (*Brosimum alicastrum*): a food source for the tropics. *World Review of Nutrition and Dietetics* 77:135-146.
- Peters C. y Pardo-Tejada E. 1982. *Brosimum alicastrum* (Moraceae): uses and potential in Mexico. *Economic Botany* 36:166-175.
- Rico-Gray V y García-Franco JG. 1991. The Maya and the vegetation of the Yucatan Peninsula. *Journal of Ethnobiology* 11:135-142.
- Rojas-Schroeder JA, Sarmiento-Franco L, Sandoval-Castro CA y Santos-Ricalde RH. 2017. Utilización del follaje de ramón (*Brosimum alicastrum* Swarth) en la alimentación animal. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 20:363-371.
- Sandoval-Castro CA, Cetina R, Pérez I, Ramírez-Avilés L. (21 febrero 2001). Ramon (*Brosimum alicastrum*) Foliage as a Supplement for Lactating Dual Purpose Cows. XIX International Grassland Congress Proceedings. Sao Paulo, Brazil, Febrero 11-21, 2001. ID#09-46. Fecha de consulta 20/12/2021. En: <https://uknowledge.uky.edu/igc/19/9/39/>
- Santos RR y Abreu SJ. 1995. Evaluación nutricia de la *Leucaena leucocephala* y del *Brosimum alicastrum* y su empleo en alimentación de cerdos. *Veterinaria México*. 26:51-57.
- Subiria-Cueto R, Larqué-Saavedra A, Reyes-Vega M, de la Rosa L, Santana-Contreras L, Gaytán-Martínez M, Vázquez-Flores AA, Rodrigo-García J, Corral-Avitia

AY, Nuñez-Gástelum JA y Martínez-Ruiz NR. 2019. Improve the Nutritional Properties and Functional Potential of the Wheat Flour Tortilla. *Foods* 8:1-18.