

Revisión [Review]



UTILIZACIÓN DEL FOLLAJE DE RAMÓN (*Brosimum alicastrum* Swartz) EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL¹

[USE OF FOLIAGE FROM RAMON (*Brosimum alicastrum* Swartz) IN ANIMAL FEEDING]

Juan Ángel Rojas-Schroeder, Luís Sarmiento-Franco,
Carlos A. Sandoval-Castro* and Ronald H. Santos-Ricalde

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia,
Universidad Autónoma de Yucatán, Apdo. 4-116 Itzimna, 97100.
km 15.5 carretera Mérida-Xmatkuil, Mérida, Yucatán, México.

Email: carlos.sandoval@correo.uady.mx

*Corresponding author

SUMMARY

Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) is a tree which is commonly used in animal feed in the mexican tropics. It has been used in a traditional way in the feeding of productive domestic species. However, the systematic evaluation of its nutritional value has not been as broad as might be expected. In the present review the reported nutritional value for bovines, ovines, pigs and rabbits is presented. Ramón foliage has a nutritional value suitable for use in the diet of most domestic productive species. However, its use is greater in ruminant species. Specific studies are required to determine with greater precision its energy and protein value in each species of interest.

Key words: Foliage; ramon; animal nutrition; livestock.

RESUMEN

El Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) es uno de los árboles comúnmente empleados en la alimentación animal en el trópico y sureste mexicano. Se ha empleado de manera tradicional en la alimentación de especies domesticas productivas. Sin embargo, la evaluación sistemática de su valor nutritivo no ha sido tan amplia como se pudiera esperar. En la presente revisión se presentan el valor nutricional reportado para bovinos, ovinos, cerdos, conejos. El follaje de ramón tiene un valor nutricional adecuado para su empleo en la alimentación de la mayoría de las especies productivas domésticas. Sin embargo, su uso es mayor en especies rumiantes. Se requieren estudios puntuales para determinar con mayor precisión su valor energético y proteico en cada especie de interés.

Palabras clave: Follaje; ramón; nutrición animal; ganadería.

INTRODUCCIÓN

Producción animal en el trópico

Ante el constante crecimiento de la población mundial, el cubrir las demandas de alimentos provenientes del campo se torna más difícil, situación más agravante se observa en los países en vías de desarrollo, ubicados principalmente en las regiones tropicales. A pesar de que, gran parte de estas regiones cuentan con buenas características ambientales que pueden garantizar el éxito del sector agropecuario, la realidad es otra. Esta situación es causada diversos factores entre ellos; falta de tecnología, alza de precios en insumos, manejo inadecuado de los recursos naturales, variabilidad climática, entre otros factores. En la ganadería, el bajo

nivel productivo de las praderas tropicales ha sido consecuencia de diversas causas, como la reducción en la fertilidad de los suelos, inducida por la erosión y extracción de nutrientes que, aunado a la reducción del ecosistema, fomenta el fracaso como actividad generadora de recursos, factor que influye en la migración de mano de obra hacia otras regiones (Ku et al., 1998; Sánchez, 1998; Palma, 2006). Lo anterior provocó en un sector considerable de la ganadería tropical, la adopción de sistemas de producción utilizados en países tecnificados, como es la intensificación de los sistemas de producción animal, caracterizado por mejores rendimientos productivos por unidad de tierra; no obstante, exige un gran volumen de nutrientes y alto nivel nutritivo (granos de cereales) y la cría de animales de mayor potencial

¹ Submitted March 30, 2017, – Accepted September 10, 2017. This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

genético. Para implementar y mantener este sistema es necesario un poder adquisitivo alto, por lo que no está al alcance de muchos de los productores; estos sistemas además de depender de la importación de alimento, generan una mayor contaminación (Osuna, 2004; Alfaro y Salazar, 2005). Estos aspectos estimularon el inicio en algunos países de la investigación y uso de fuentes alimenticias alternativas como son los árboles y arbustos nativos de cada región, que proveen al animal de una fuente segura de nutrientes y promueven la conservación de la biodiversidad, reduciendo el impacto ambiental de la ganadería en el ecosistema (Hursey, 1998; Sánchez, 1998; Naranjo, 2003).

Árboles forrajeros en la alimentación animal

Las pasturas utilizadas como recursos alimenticios, en la mayoría de los sistemas de producción en el trópico, presentan un buen rendimiento de biomasa; sin embargo, ésta depende de las lluvias, las cuales son estacionales y la mayoría de las especies forrajeras son de bajo nivel nutritivo (Preston y Leng, 1990; Ikchimioya, 2007). Esto provoca una baja en el comportamiento productivo de los animales, que también se relaciona con un alto grado de degradación de los suelos, provocado por secuestro de nutrientes, alta presión de pastoreo, agresividad de plantas invasoras, pobre adaptación de especies introducidas y por el ineficiente manejo de las praderas (Benavides, 1998; Lok et al., 2006). La alternativa que puede mejorar la condición de los suelos, pastizales y la respuesta animal, es la utilización de especies arbóreas y de arbustos en los sistemas de producción animal (Lok et al., 2006). Este sistema crea una interacción fuerte y sostenible entre el suelo, flora, fauna y clima, con la cual se obtienen beneficios económicos y ecológicos (Devendra e Ibrahim, 2004). Otro de los beneficios de la utilización de árboles y arbustos como fuente forrajera son: a) mejoramiento de la biodiversidad, extracción y reciclaje de nutrientes (reducción del efecto invernadero); b) creación de un micro-ambiente para la reducción del estrés calórico de los animales; c) disponibilidad de material vegetativo (cercas vivas) y recursos maderables y d) agroturismo y obtención de apoyos como los pagos de servicios ambientales. Cuando los sistemas silvopastoriles se manejan correctamente, estas bondades pueden influir en la obtención de sistemas ganaderos integrales y sustentables (Sánchez, 1998; Harvey et al., 2004; Díaz et al., 2006). La presencia de variados tipos y calidades de forrajes arbóreos, leguminosas y gramíneas permite a los animales variar su dieta y de esta manera poder cubrir sus requerimientos, reflejándose en un mayor nivel productivo (Provenza, 1996). Las selvas tropicales presentan un gran número de especies con potencial forrajero sin embargo la percepción del valor de este recurso natural no se encuentra arraigada en la

sociedad y los productores en general los cuales deben recibir información que les permita reconocer el valor de esta vegetación como una fuente forraje de alto valor nutricional e incluso como plantas que pueden tener valor nutraceutico (Torres-Acosta et al., 2016). El uso de algunos árboles forrajeros como suplemento alimenticio puede mejorar el ambiente ruminal, ya que se provee a la microflora ruminal de nitrógeno y energía, incrementando también el suministro de nitrógeno al duodeno que tiene como resultado el aumento del consumo de materia seca (Nguyen Thi Hong Nhan, 1998; Tripathi et al., 2006). Generalmente estas especies arbóreas se manejan bajo el sistema de corte y acarreo. También, es posible mezclar el follaje de árboles y arbustos con gramíneas, para utilizarlos como sustrato para ensilajes (Cárdenas et al., 2003).

El Ramón (*Brosimum alicastrum* Swarth) y su potencial como forraje

Uno de los árboles empleados en la alimentación animal en el trópico es el Ramón llamado así en Yucatán, Oaxaca y Quintana Roo, también conocido con el nombre de Ash (tzetal); Jushapu (totonaca); Tlatlacotic (náhuatl); Ax (Tabasco, Veracruz); Talcoite (Chiapas). Pertenece a la familia de las Moráceas. Se encuentra distribuido por el golfo de México, península de Yucatán y por la costa del Pacífico; también nativo de Centroamérica y Sudamérica; localizado en altitudes de 50 a 1,000 msnm, en climas con temperaturas media de 18 a 27 °C o más, y en lugares con precipitaciones de 600 a 4000 mm por año. Es un árbol perennifolio de hasta 45 m de altura; con hojas de láminas de 4 a 18 cm de largo por 2 a 7.5 cm de ancho, ovado-lanceoladas; tronco de hasta 1.5 m de ancho; corteza con látex blanco pegajoso; inflorescencias son globosas. La floración es principalmente de septiembre a febrero, pero en lugares como la península de Yucatán es de enero a mayo; el fruto es una baya de 2 a 2.5 cm de diámetro, con pericarpio carnoso verde-amarillento a anaranjado; su propagación puede ser por estacas o por semillas (CONABIO, 2006).

El Ramón cumple con características agronómicas y nutritivas, con óptimos rendimientos productivos y contiene nulo o escasos niveles de compuestos antinutricionales que lo hacen una alternativa de gran importancia en la alimentación de rumiantes (Ku et al., 1998; Ayala, 1999; Nouel, 2005). El Ramón es una especie arbórea utilizada, por pequeños productores en el trópico, como fuente forrajera para la alimentación animal (bovinos, ovinos, porcinos, caprinos, equinos y conejos); utilizado principalmente durante periodos de escasez del forraje tradicional (gramíneas). Ayala (1999) menciona que en plantaciones de Ramón de alta densidad (de 17,777 a 40,000 plantas/ha), obtuvieron una producción de hoja verde promedio de 4.7 ton de

MS/ha/año en plantas de 3 años de edad. Lizarraga et al. (2001) encontraron una producción de 2.7, 41.8 y 55.9 kg MS/árbol con alturas de árboles de Ramón de 4-6, 6-8 y >8 m respectivamente; valores similares reporta Pretel (2000). Mendoza et al. (2000) concluye que la edad óptima para la cosecha de follaje de Ramón es entre 12 y 16 meses después de una poda, ya que en este periodo se obtiene la mejor cantidad de biomasa y un nivel nutritivo óptimo. En la tabla 1 se puede observar la composición química del Ramón descrita por diversos autores, del cual puede destacarse que el valor de proteína cruda (PC) oscila entre 13 y 17%, el contenido de fibra detergente neutro (FDN) cuyos valores fluctúan entre 36 y 46%. Los valores de materia seca (MS) muy bajos corresponden a follaje fresco y a los altos a follaje seco. Puede apreciarse también que el contenido de polifenoles totales y taninos condensados es bajo y no hay reportes sobre algún efecto antinutricional ocasionado por alguna sustancia proveniente del Ramón.

El Ramón y su potencial como forraje en rumiantes

El Ramón contiene un nivel aceptable de PC, la cual es suficiente para el mantenimiento de la microbiota

ruminal (> 7%). El consumo voluntario de Ramón varía entre 4.0 y 6.0 kg MS/100 kg peso vivo en bovinos (Ayala y Sandoval, 1995), valores semejantes a los reportados por Pérez et al. (1995) quienes concluyen que en ovinos el consumo de Ramón es del 4.0% del peso vivo. Valdivia (1996) y Ramírez (1998) observaron que al suplementar borregos con follaje de Ramón en dietas con “Guinea” (*Panicum maximum*) y “Taiwán” (*Pennisetum purpureum*) respectivamente, se incrementó el consumo total de MS, MO y FDN del total de las dietas. También Nieto (2002) al realizar pruebas de consumo de seis árboles forrajeros en novillas, observó que en la relación de hoja:tallo ofrecido, el follaje de Ramón fue el más aceptado, con un consumo de 4.8 kg /animal de MS. Bobadilla (2001) también comprobó en vacas de ordeño, que el consumo voluntario de Ramón es mayor que el de “Huaxim” (*Leucaena leucocephala*), 1.626 vs 1.495 kg MS/vaca/día, respectivamente. Sandoval et al. (2005) mencionan que novillas alimentadas con una dieta basal de pasto “Taiwán”, en una prueba de “cafetería” de forrajes arbóreos, hubo una marcada preferencia por el consumo de follaje arbóreo de Ramón con 55.36 gMS/kg^{0.75}.

Tabla 1. Composición química del follaje de Ramón (g/kg MS) en diversos estudios.

MS (%)	MO (%)	PC (%)	FDN (%)	Lig (%)	FT (%)	TC (%)	Fuente
ND	91.0	14.0	ND	ND	ND	ND	Pérez et al. (1995)
88.7	ND	14.2	37.4	6.7	ND	ND	Santos y Abreu (1995)
89.3	90.4	15.7	37.5	ND	ND	ND	Valdivia (1996)
ND	ND	12.8	45.8	ND	ND	ND	Armendáriz (1998)
91.1	77.4	14.3	41.3	ND	ND	ND	Ramírez (1998)
44.0	86.1	12.9	45.8	ND	ND	ND	Sandoval et al. (1999)
ND	ND	13.2	43.3	ND	ND	ND	Solorio et al. (2000)
90.4	74.9	16.3	40.0	7.9	6.0	<20.0	Bobadilla (2001)
41.8	88.4	16.9	36.0	6.8	1.73	0.74	Lizarraga et al. (2001)
ND	85.8	13.9	32.8	ND	ND	ND	Monforte (2001)
ND	95.9	16.6	41.5	5.8	ND	ND	Delgado et al. (2002)
92.9	85.2	13.9	32.8	3.8	ND	ND	Nieto (2002)
ND	88.3	12.9	ND	ND	ND	ND	Carranza et al. (2003)
95.5	91.3	17.6	ND	ND	ND	ND	Román et al. (2004)
ND	86.2	13.8	61.5	ND	0.07	0.0	Sosa et al. (2004)
ND	86.6	16.9	34.9	5.4	9.1	9.0	Castro (2005)
40.3	90.2	15.5	35.8	16.4	ND	ND	Martínez (2005)
ND	86.6	14.9	39.2	7.1	10.0	9.1	Ayala et al. (2006)
42.5	88.25	14.1	36.0	ND	ND	0.96	Safwat et al. (2014)
ND	ND	14.8	51.9	6.8	3.8	0.42	Hernández-Orduño et al. (2015)

MS= Materia seca; MO= Materia orgánica; PC= Proteína cruda; FDN= Fibra detergente neutro; Lig= Lignina; FT= Fenoles totales; TC= Taninos condensables; ND= No determinado.

En cuanto a parámetros productivos observados, según Pérez et al. (1995), la conversión alimenticia de ovinos alimentados únicamente con Ramón es de 14 kg de forraje verde para ganar 1kg de peso vivo, y reportan una ganancia diaria de peso de 46 g/animal. Sandoval et al. (2006) mencionan que sustituir un 33% de un concentrado comercial (sorgo y soya), con follaje de Ramón, en vacas lactantes sólo ocasiona una ligera baja en la producción láctea, sin efectos negativos sobre la calidad de la leche, consumo alimenticio y digestibilidad. Valdivia (1996) también reportó que a medida que se aumenta el porcentaje de inclusión del forraje de Ramón en una dieta a base de pasto “Guinea” (*Panicum maximum*), los coeficientes de digestibilidad aparente (%) de MS, MO, FDN y PC se incrementan, al igual que la concentración de la Energía Metabolizable de la dieta; pero este incremento no fue atribuible a la mejor eficiencia de degradación del pasto, sino al efecto aditivo de la inclusión del Ramón. Una de las características importantes del Ramón es que su contenido de nutrimentos solo tiene una muy pequeña reducción con forme aumenta el tiempo de crecimiento del árbol siendo el valor de PC de 11.3, 11.2 y 10.6% para 4.5, 6.5 y 8.5 años respectivamente (Pretel, 2000).

Utilización del Ramón en la alimentación de monogástricos

Al incluir Ramón en dietas para cerdos a base de cereales, con niveles de sustitución del 0, 10, 20 y 30%; no hubo diferencias significativas en el consumo de MS. Sin embargo, conforme aumentaron los niveles de inclusión de Ramón los coeficientes de digestibilidad de la MS, PC y EB descendieron; lo cual le atribuyeron a causas como: el efecto de llenado sobre el tracto gastrointestinal y a la presencia de la lignina, la cual reduce la digestibilidad de los componentes orgánicos. En la reducción de la digestibilidad de la PC se concluyó que pudo deberse al efecto de secuestro por las paredes celulares que resisten la degradación por las enzimas gastrointestinales y a la fermentación intestinal (Santos y Abreu, 1995). En conejos, Martínez (2005) encontró que al igual que en otras especies domésticas, el consumo de Ramón es alto en comparación con otros forrajes. Sin embargo, los valores de digestibilidad del Ramón son menores a los del “Tulipán” (*Hibiscus rosa-sinensis*), lo que se relaciona con el hecho de que el Ramón tiene un mayor contenido de FDN. No obstante, esta baja digestibilidad se equilibra con el mayor consumo de MS. También observó que al ofrecer a los conejos un concentrado y Ramón *ad libitum*, la sustitución del concentrado por Ramón fue aproximadamente un 25%; la ganancia diaria de peso fue ligeramente menor a los alimentados con concentrado.

Digestibilidad de componentes químicos del Ramón en diferentes especies domésticas

En la tabla 2, se muestra un comparativo de la digestibilidad de algunos componentes químicos del Ramón para bovinos, ovinos, conejos y cerdos; obtenidos por estimaciones a partir de estudios realizados por diversos autores o descritas por los mismos. Los niveles de digestibilidad aparente de la MS, MO y PC estimados a partir del potencial de degradación en el ganado bovino, del estudio realizado por Valdivia (1996), fue superior al de las otras especies animales. Los valores entre el ovino (Ramírez, 1998) y conejo (Martínez, 2005) son relativamente similares, teniendo mejores valores de digestibilidad de la MS y FDN para el ovino y para la PC es mejor para el conejo. No obstante, las diferencias entre el ovino y conejo en cuanto a la digestibilidad de los componentes químicos presentados, no es clara, ya que pudieron existir factores en los estudios que pudieron influir sobre los valores obtenidos; tales como el tiempo de rebrote del follaje (nivel de los componentes químicos), época del año (nutrición de la planta), presentación del follaje (seco o fresco), inclusión de tallos, efectos aditivos de los otros componentes de la dieta, entre otros. Independientemente de la capacidad digestiva, el contenido de PC del Ramón pudiera exceder los requerimientos de un rumiante, sin embargo, dependiendo de la calidad del follaje, parece cubrir adecuadamente los requerimientos de un conejo, los cuales son más altos (15%); un consumo de nitrógeno por encima de los requerimientos puede llevar a la eliminación de este mediante la síntesis de urea, y en este proceso hay un gasto de energía (ATP) que puede influir sobre la eficiencia en la utilización de la energía (McDonald et al., 2002). También puede observarse que en cerdos sucede la menor eficiencia en el uso de Ramón como fuente de nutrientes, debido a su menor capacidad digestiva de alimentos fibrosos (Santos y Abreu, 1995).

Proteína metabolizable

La proteína metabolizable está formada básicamente por aminoácidos, los cuales algunos pueden ser sintetizados en el organismo de los animales (no esenciales) y otros es necesario que estén presentes en el alimento ya que no pueden ser formados en el organismo (esenciales) (McDonald et al., 2002). Para que el alimento se utilice con la máxima eficiencia, los animales deben recibir los aminoácidos esenciales en cantidades adecuadas para cubrir sus necesidades metabólicas. Los animales monogástricos, como los cerdos y aves obtienen los aminoácidos al hidrolizar las proteínas de los alimentos durante el proceso digestivo llevado a cabo en el intestino. En el caso de los rumiantes, tiene lugar una considerable

degradación y síntesis de proteínas microbianas en el rumen, ya sean provenientes de los alimentos como la proteína verdadera (aminoácidos) o por medio del nitrógeno no proteico; de modo, que los productos que resultan de estos procesos pueden ser muy distintos a los del alimento ingerido (McDonald et al., 2002). El contenido de nitrógeno de los alimentos se expresa como proteína cruda (PC); un valor más exacto sobre la cantidad de Nitrógeno (N) que recibe un animal es la Proteína Metabolizable (PM), la cual también puede ser estimada mediante el balance de nitrógeno, que se define como la cantidad de proteína cruda ingerida menos la eliminada en heces y orina (McDonald et al., 2002; AFRC, 1993).

Energía metabolizable

Al determinar el valor nutritivo de los alimentos, es importante determinar su valor energético. La energía, además de importancia biológica, es de interés económico, por su valor en la formulación de raciones de bajo costo (McNab, 2000). Un parámetro utilizado para definir el contenido energético de un alimento y los requerimientos de los animales es la Energía Metabolizable (EM), la cual se define como la Energía Bruta menos la energía perdida en las heces, gases (principalmente metano) y orina (AFRC, 1993; Van Soest, 1994; McDonald et al., 1999). Algunos de los métodos de determinación de la EM mediante pruebas de digestibilidad *in vivo* son: regresión lineal propuesto por Potter et al., (1960) citados por NRC (1994) y mediante fórmulas de predicción, siendo $EM (MJ/kgMS) = 0.0157 (DMO)$ en la que la DMO son los gramos de materia orgánica digerida por kg de materia seca (AFRC, 1993), la cual es una de las más empleadas. Estimaciones de la EM pueden hacerse a partir de la ED ya que la EM representa el en rumiantes el 80 a 82% de la energía digestible; en cerdos el 96% y en conejos el 92% (Parigi Bini y Xiccato, 1998; McDonald et al., 1999).

Comparación de la energía metabolizable del Ramón (*B. alicastrum*) entre diferentes especies domésticas

En la tabla 3 se muestran estimaciones de la EM del Ramón para varias especies domésticas, derivadas de datos publicados por varios autores. Se observa que el valor estimado de EM para el ovino es el más alto, seguido por el bovino, conejo y porcino en orden decreciente. Claramente puede verse que el cerdo debido a su menor capacidad fermentativa de fuentes energéticas fibrosas, muestra una diferencia de aproximadamente 4 MJ/kg MS de menor aprovechamiento con respecto al ovino. También puede observarse una mínima diferencia entre los valores de EM del bovino y conejo. Sin embargo, esta diferencia es incierta, ya que algunos factores ya mencionados como el tipo de forraje (seco o fresco), edad de rebrote del follaje (calidad nutritiva), época del año (nutrición del árbol), tipo de presentación de hoja (entera o molida), presentación de follajes (seco o fresco), entre otros. Trabajos como el de Sanz et al. (1986) confirman que los ovinos tienen una mayor capacidad en la utilización de la energía (digestibilidad de la energía bruta) que los conejos, con dietas a base de vainas de habas y bagazo de cerveza. Sin embargo, determinar si esta tendencia es igual en la utilización de la energía metabolizable del Ramón entre el ovino y el conejo, requiere de un análisis bajo condiciones similares de manejo y alimentación.

Así, aun cuando el Ramón ha sido empleado de manera tradicional por muchos años para la alimentación de especies domésticas y de contar con reportes sobre composición química, digestibilidad, comportamiento productivo entre otros, es evidente que es necesario realizar estudios diseñados específicamente para evaluar de manera puntual los diversos aspectos de su calidad nutricional en cada una de las especies de interés.

Tabla 2. Comparación de la digestibilidad (%) de algunos componentes químicos del Ramón (*B. alicastrum*) en diferentes especies de animales.

Especie	MS	MO	PC	FDN	Referencia
Bovino	65.69	65.40	76.45	ND	Valdivia (1996) ^x
Ovino	59.72	58.38	61.20	66.41	Ramírez (1998) ^x
Conejo	54.70	ND	61.40	45.40	Martínez (2005) ^z
Porcino	43.20	ND	33.10	ND	Santos y Abreu (1995) ^z

^x Datos de digestibilidad estimados mediante el potencial de degradación: $p = a + (b \times c) / (c + r)$.

^z Datos de digestibilidad obtenidos por los autores.

MS, materia seca; MO, materia orgánica; PC, proteína cruda; FDN, fibra detergente neutro; ND, no determinado.

Tabla 3. Estimaciones de la EM (MJ/kg MS) del Ramón para distintos animales domésticos.

Especie	Energía Metabolizable	Fuente
Ovino ¹	10.12	Valdivia (1996)
Bovino ²	9.80	Sandoval et al. (1999)
Conejo ^{3, 4}	9.07 5.53 – 7.37	Martínez (2005) Cruz et al. (2016)
Porcino ⁵	5.64	Santos y Abreu (1995)

Estimación de la energía metabolizable:

1) Regresión lineal.

2) Datos del autor: energía digestible (ED) x 0.81.

3) ED x 0.95

4) Digestibilidad *in vivo*

5) ED x 0.92

CONCLUSION

El follaje de ramón tiene un valor nutricional adecuado para su empleo en la alimentación de la mayoría de las especies productivas domésticas. Sin embargo, su uso es mayor en especies rumiantes. Se requieren estudios puntuales para determinar o comprobar su valor energético y proteico en cada especie de interés.

REFERENCIAS

- AFRC. 1993. Energy and Protein Requirements of Ruminants. Agricultural and Food Research Council. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.
- Alfaro, M. y F. Salazar. 2005. Ganadería y contaminación difusa, implicancias para el sur de Chile. Agricultura Técnica. V. 65. N. 3. [En línea] http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0365-28072005000300012&script=sci_arttext Acceso Noviembre 2007
- Ayala, S.A. 1999. Ramón (*Brosimum alicastrum* Sw.): Árbol de uso múltiple para los sistemas agro y silvopastoriles del trópico mexicano. I Reunión anual sobre sistema agro y silvopastoriles. Huatusco, Veracruz, México.
- Ayala, A. y S.M. Sandoval. 1995. Establecimiento y producción temprana de forraje Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) en plantaciones a altas densidades en el norte de Yucatán, México. Agroforestería de las Américas. Año 2. No. 7: 10-15.
- Ayala, B. A. J., L. C. M. Capetillo, G. R. Cetina, C.C. Zapata y C. A. Sandoval. 2006. Composición química-nutricional de árboles forrajeros. Compilación de análisis de laboratorio de nutrición animal. Departamento de producción animal en agrosistemas tropicales. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
- Benavides, J.E. 1998. Árboles y arbustos forrajeros: Una alternativa agroforestal para la ganadería. Conferencia electrónica FAO-CIPAV "Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica". [En línea] <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/6/liza136.htm> Acceso Noviembre 2007.
- Bobadilla, H.A. 2001. Efectos asociativos de mezclas de follajes arbóreos como suplemento a vacas de doble propósito en lactación. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
- Cárdenas, M. J. V., F. J. Solorio y C. A. Sandoval. 2003. Composición química de gramíneas y especies arbóreas de Yucatán, México. Técnica Pecuaria en México. 41 (3): 283-294.
- Carranza, M. M. A., V. L. R. Sánchez, L. M. R. Pineda y G. R. Cuevas. 2003. Calidad y potencial forrajero de especies del bosque tropical caducifolio de la sierra de Manantlán, México. Revista Agrociencia. 37: 203-210.
- Castro, G. A. 2005. Efecto de la suplementación con mezclas de ramon-"Tzalam" sobre la digestibilidad, consumo y balance de nitrógeno en ovinos Pelibuey. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
- CONABIO, 2006. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Catalogo de especies arbóreos nativos. *Brosimum alicastrum*. [En línea] http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/47-morac1m.pdf Acceso Mayo 2007.
- Cruz Bacab, L.E., Sarmiento Franco, L., Sandoval Castro, C. 2016. Productive performance and net energy in rabbits fed increasing levels of *Brosimum alicastrum* fodder. Revista Brasileira de Cunicultura. 10(1): 12-26.
- Delgado, C., O. La O, y Y. Santos. 2002. Determinación del valor nutritivo de 2 árboles forrajeros tropicales: *Brosimum alicastrum* y *Bauhinia galpinii*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 36: 391-395.
- Devendra, C. y M. Ibrahim. 2004. Silvopastoral systems as a strategy for diversification and

- productivity enhancement from livestock in the tropics. *Memories. Interactions in silvopastoral ecosystems*. 2^{dn} Internacional symposium of silvopastoral systems. Mérida, Yucatán, México.
- Díaz, J. L. A., F. Moreno-Elcure y L. Carrero. 2006. Modelo silvopastoral de regeneración natural con especies forestales, promotor de servicios ambientales en la zona norte del Estado Táchira, Venezuela. Vol. 18. Numero 11. [En línea] <http://www.cipav.org.co/lrrd/> Acceso Junio 2007.
- Harvey, C. A., J. Saenz, J. Montero, A. Medina, D. Sánchez, S. Vilchez, B. Hernández, J. M. Maes and F. L. Sinclair. 2004. Abundance and species richness of trees, birds, bats, butterflies and dung beetles in silvopastoral systems in the agricultural landscapes of Cañas, Costa Rica and Rivas, Nicaragua. *Memories. Interactions in silvopastoral ecosystems*. 2^{dn} Internacional symposium of silvopastoral systems. Mérida, Yucatán, México.
- Hernández-Orduño, G., Torres-Acosta, J.F.J., Sandoval-Castro, C.A., Capetillo-Leal, C.M., Aguilar-Caballero, A.J., Alonso-Díaz, M.A. 2015. A tannin-blocking agent does not modify the preference of sheep towards tannin-containing plants. *Physiology & behavior*. 145:106-111.
- Hursey, B.S. 1998. La ganadería y las necesidades humanas: conflicto o compatibilidad? *World Animal Review*. FAO. Animal Production and Health Division. [En línea] <http://www.fao.org/DOCREP/W8600T/w8600t01.htm> . Acceso Mayo 2007.
- Ikhimioya, I., M. A. Bamikole, A. U. Omoregie, y U. J. Ikhatua. 2007. Compositional evaluation of some dry season shrub and tree foliages in a transitionally vegetated zone of Nigeria. *Livestock Research for Rural Development* 19 (3) [En línea] <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd19/3/ikhi19034.htm> Acceso Abril 2007.
- Ku, V. J. C., F. Jiménez, J. Alayon, y C. L. Ramírez. 1998. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano. Conferencia electrónica FAO-CIPAV "Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica". [En línea] <http://lead.virtualcenter.org/es/ele/conferencia1/Agrofor1.htm>. Acceso Mayo 2007.
- Lizárraga, S. H., F.J. Solorio y C. A. Sandoval. 2001. Evaluación agronómica de especies arbóreas para la producción de forraje en la Península de Yucatán. *Livestock Research for Rural Development* 13 (6). [En línea] <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/6/liza136.htm>. Acceso Abril 2007.
- Lok, S., G. Crespo, E. Frómeta y S. Fraga. 2006. Estudio de indicadores de estabilidad del pasto y el suelo en un sistema silvopastoral con novillas lecheras. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 40 (2).
- Martínez, Y. A. R. 2005. Comportamiento productivo de conejos alimentados con follajes de arbustivas. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
- McDonald, P., R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalgh y C. A. Morgan. 1999. *Nutrición Animal*. Quinta edición. Editorial Acribia.
- McNab, J.C. 2000. Rapid metabolizable energy assays. *Farm animal metabolism and nutrition: critical reviews*. Edited by J. P. F. D'Mello. CABI Publishing. UK.
- Mendoza, C. H., S. G. Tzec y S.F. Solorio. 2000. Efecto de frecuencias de rebrote sobre la producción y calidad del follaje del Ramón (*Brosimum alicastrum*). *Livestock Research for Rural Development*. (12) 4. [En línea] <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/4/mend124.htm> Acceso Abril 2007.
- Monforte, B. G. 2001. Evaluación de algunas características agronómicas y digestión ruminal de seis especies de árboles forrajeros nativos de Yucatán. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
- Naranjo, L. G. 2003. Sistemas agroforestales para la producción pecuaria y la conservación de la biodiversidad. *Agroforestería para la producción animal en América latina*. II Conferencia Electrónica de Agroforestería para la Producción Animal. Dirección de producción y salud animal. FAO. [En línea] <http://www.fao.org/DOCREP/006/Y4435S/y4435s03.htm> Acceso Abril 2007.
- Nguyen Thi Hong Nhan, 1998. Utilization of some forages as a protein source for growing goats by smallholder farmers. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 10, Number 3. [En línea] <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd10/3/nhan2.htm> Acceso Abril 2007.
- Nieto, M. C. 2002. Preferencias de consumo de seis árboles forrajeros locales del estado de

- Yucatán en novillas bos indicus x bos taurus. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
- Nouel, B. G. y G. J. Rincón. 2005. Potencial forrajero de especies arbóreas en el bosque seco tropical. Manual de Ganadería Doble Propósito. 2005. [En línea] http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual-ganaderia/seccion3/articulo12-s3.pdf Acceso Mayo 2007.
- NRC, 1994. National Research Council. Nutrient Requirements of Poultry: Ninth Revised Edition. Subcommittee on Poultry Nutrition. National Academy of Sciences. [En línea] <http://www.nap.edu/catalog/2114.htm>. Acceso Mayo 2007.
- Osuna S. O. 2004. La problemática de la ganadería en México. IX Encuentro nacional de legisladores del sector agropecuario. Congreso del Estado de Sinaloa. Revista No. 16. Culiacán, Sinaloa, México. [En línea] http://www.congresosinaloa.gob.mx/ediciones/revista16/pdf/24_apuntes_Othon.pdf Acceso Noviembre 2007.
- Palma, J. M. 2006. Los sistemas silvopastoriles en el trópico seco Mexicano. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, Vol. 14, No. 3. [En línea] <http://www.bioline.org.br/request?la06018> Acceso Abril 2007.
- Parigi Bini, R. y G. Xiccato. 1998. Energy metabolism and requirements. The Nutrition of the Rabbit. Edited by C. de Blas and J. Wiseman. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK.
- Pérez, J. D., J. Zapata y E. Sosa. 1995. Utilización del Ramón (*Brosimum alicastrum*) como forraje en la alimentación de ovinos en crecimiento. Agroforestería de las Américas. Año 2. No. 7
- Preston, T. y Leng R. A. 1990. Adecuando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. 2a Edición. Cali, Colombia.
- Pretel, O. P. R. 2000. Producción y calidad forrajera del Ramón (*Brosimum alicastrum*) con dos sistemas de poda bajo condiciones de riego. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
- Provenza, F. 1996. Acquired aversions as the basis for varied diets of ruminants foraging on rangeland. J. Anim. Sci. 74: 2010–2020
- Ramírez, C. L. 1998. Consumo, digestión ruminal y suministro de nitrógeno microbiano al duodeno en ovinos alimentados con pasto “Taiwán” (*Pennisetum purpureum*) suplementados con follaje de árboles. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
- Rodríguez, F. 1974. Manual de técnicas de investigación en nutrición de rumiantes. Instituto nacional de investigación pecuaria. D.F. México.
- Román, M. M. L., S. A. Mora y R. Gallegos. 2004. Use and nutritional quality of forage tree species in a tropical forest along the coast of Jalisco, México. Memories. Interactions in silvopastoral ecosystems. 2nd International symposium of silvopastoral systems. Mérida, Yucatán, México.
- Safwat, A.M., Sarmiento-Franco, L., Santos-Ricalde, R.H., Nieves, D. 2014. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 27:524-529.
- Sánchez, M. D. 1998. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical. Conferencia electrónica FAO-CIPAV sobre "Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica". [En línea] <http://www.cipav.org.co/cipav/conf/index.htm> Acceso Abril 2007.
- Sandoval, C. A., H. Lizarraga y S.F. Solorio. 2005. Assessment of tree fodder preference by cattle using chemical composition, in vitro gas production and in situ degradability. Anim. Feed. Sci. Tech. 123-124: 277-289.
- Sandoval, C. A., S. Anderson y J. Leaver. 1999. Influence of milking and restricted suckling regimes on milk production and calf growth in temperate and tropical environments. Anim. Sci. 69: 287-296.
- Sandoval, C. A., R. Cetina, I. Pérez, M. Alamilla y L. Ramírez. 2006. Value of ramon (*Brosimum alicastrum* Swartz) foliage for milk production with dual purpose cows. FAO. International grassland congress. Sao Pablo, Brazil. [En línea] <http://www.fao.org/docrep/article/agrippa/553en.htm>. Acceso Marzo 2007.
- Santos, R. y E. Abreu. 1995. Evaluación nutricional de la *Leucaena leucocephala* y del *Brosimum alicastrum* y su empleo en alimentación de cerdos. Revista Veterinaria en México. 26:51-57. [En línea] <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/revvetmex>

- /a1995/rvmv26n1/rvm26108.pdf. Acceso Mayo 2007.
- Shelton, H. M. 2004. Importance of tree resources for dry season feeding and the impact on productivity of livestock farms. Memories. Interactions in silvopastoral ecosystems. 2dn Internacional symposium of silvopastoral systems. Mérida, Yucatán, México.
- Solorio, F. J., Y. Armendáriz y J. Ku. 2000. Chemical composition and in vitro dry matter digestibility of some fodder trees from Southeast México. Livestock Research for Rural Development. 12 (4) [En línea] <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/4/solo124a.htm>. Acceso Mayo 2007.
- Sosa, R. E. E., R. Pérez, R. L. Ortega y B. Zapata. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. Técnica Pecuaria en México. 42 (2):129-144.
- Torres-Acosta, J.F.J., González-Pech, P.G., Ortiz-ocampo, G.I., Rodríguez-Vivas, I., Tun-Garrido, J., Ventura-Cordero, J., Castañeda-Ramírez, G.S., Hernández-Bolio, G.I., Sandoval-Castro, C.A., Chan-pérez, J.I., Ortega-Pacheco, A. 2016. Revalorizando el uso de la selva baja caducifolia para la producción de rumiantes. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 19. 73-80.
- Tripathi, M. K., S. A. Karim, O. H. Chaturvedi and V. K. Singh. 2006. Effect of ad libitum tree leaves feeding with varying levels of concentrate on intake, microbial protein yield and growth of lambs. Livestock Research for Rural Development. 18 (12) [En línea] <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd18/12/trip18179.htm> Acceso Mayo 2007.
- Valdivia, S. V. 1996. Efecto del follaje de Ramón (*Brosimum alicastrum* SW) sobre el consumo voluntario, degradación ruminal del pasto “Guinea” (*Panicum maximum*) y suministro de nitrógeno microbiano al duodeno de ovinos pelibuey. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
- Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. Second edition. Cornell University Press. Ithaca, NY, E.U.