

***Moringa oleífera* (Lam.) en condiciones de bosque seco tropical: una revisión¹**

***Moringa oleífera* (Lam.) in tropical dry forest conditions: a review**

José Ever Ramírez¹

¹Profesor asistente, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca, Fusa.

Ramical134@yahoo.com.

Resumen

Moringa oleífera es un árbol originario del sur de Asia. Es una planta de crecimiento muy rápido, con un fácil y vigoroso rebrote después del corte o poda. El objetivo de esta revisión de literatura especializada, es aportar al conocimiento de *M. oleífera* en sus diferentes características como especie con potencial forrajero. El árbol, puede alcanzar de tres a cinco metros en condiciones óptimas de humedad y nutrientes. Crece en zonas tropicales por debajo de los 500 msnm y puede adaptarse a las condiciones edafo-climáticas por arriba de los 1500 msnm en ausencia de heladas. Se considera una de las especies forrajeras como alternativa para la suplementación del ganado por su alto valor proteico y energético y su alta digestibilidad. El cultivo de este árbol forrajero posee muchas ventajas, entre las que se destacan su reproducción por estacas o semillas y crecimiento rápido, tanto en suelos alcalinos como ácidos. Se concluye que esta especie es multipropósito, con un alto potencial como recurso nutricional para anima y humanos.

Palabras clave: forraje, metabolitos secundarios, ganadería, árbol multipropósito.

Abstract.

Moringa oleifera is a tree native to South Asia. It is a very fast growing plant, with an easy and vigorous regrowth after cutting or pruning. The objective of this review of specialized literature is to contribute to the knowledge of *M. oleifera* in its different characteristics as a specie with forage potential. Trees can reach from three to five meters in optimal conditions of humidity and nutrients. It is a species that grows in tropical zones below 500 meters above sea level and can adapt to soil and climatic conditions above 1500 m.a.s.l. in the absence of frost. It is considered one of the forage species as an alternative for the supplementation of livestock due to its high protein and energy value and its high digestibility. The cultivation of this fodder tree has many advantages, among which are its reproduction by stakes or seeds and rapid growth, both in alkaline and acid soils. It is concluded that this species is multipurpose, with a high potential as a nutritional resource for animals and humans.

Keywords: Keywords: forage, secondary metabolites, livestock, multi-purpose tree.

¹ Revisión bibliográfica presentada como parte de la tesis de maestría de Ramírez, E. (2016) Efecto de la frecuencia de corte y altura de poda en el rendimiento de biomasa, composición química y presencia fitoquímica de la *Moringa oleífera* (lam.) en condiciones de bosque seco tropical. Universidad del Tolima, Ibagué, 144p.

Introducción

La importancia del trópico seco para la humanidad, junto con la urgente necesidad de conservación, hace esencial el estudio, la ampliación y optimización de la gama de especies vegetales disponibles para el aprovechamiento de estas zonas (Janzen, 1988).

El Bosque seco Tropical (bs-T) se define como aquella formación vegetal que presenta una cobertura boscosa continua y que se distribuye entre los 0-1000 m de altitud; presenta temperaturas superiores a los 24°C (piso térmico cálido) y precipitaciones entre los 700 y 2000 mm anuales, con uno o dos periodos marcados de sequía al año (Murphy & Lugo 1986).

Las plantas forrajeras juegan un papel preponderante en la alimentación animal, las hojas de los árboles y arbustos, presentan un gran potencial al proporcionar proteínas y energía durante las épocas críticas de sequía, este valor nutricional esta correlacionado con la disponibilidad y accesibilidad de nutrientes presente en el suelo (Lombo, 2012).

Los bosques y matorrales son a menudo la principal fuente suplementaria de alimentos, y es allí donde los árboles forrajeros toman un papel fundamental en la alimentación animal (Petit, 1994).

Este valor nutritivo de los forrajes está en función de la composición química, consumo y eficiencia durante la digestión. La utilización para la alimentación está limitado por el contenido de lignina y la presencia o ausencia de factores anti-nutricionales que pueden ser tóxicos para los rumiantes, siendo los taninos el factor nutricional más importante en la digestibilidad de los forrajes (Sanona H; kaboré Z. & 2007).

Diversos estudios alrededor del mundo mencionan la importancia de las especies forrajeras arbustivas en la alimentación animal, sin embargo, esta se basa, en un número reducido de especies leguminosas entre las que se destacan *Gliricidia sepium*,

Leucaena leucocephala y otras no leguminosas como *Guazuma ulmifolia* (Morales &. 1992)

El follaje de la mayoría de las especies leñosas muestra contenidos de proteína cruda (PC) que duplican o triplican los de los pastos tropicales y en varios casos también resultan superiores a los de los concentrados más comúnmente utilizados para la alimentación de rumiantes (Esquivel et al; 1996). La utilización de árboles forrajeros en sistemas agroforestales como bancos de proteína utilizados mediante el sistema de corte y acarreo ha sido vista como alternativa tecnológica para mantener o mejorar la productividad animal y la sostenibilidad (Solorio, 2002). Según Cuartas (2014) la ganadería tropical enfrenta grandes desafíos, especialmente en la época de sequía, durante la que disminuyen de manera drástica la disponibilidad y la calidad de los forrajes.

Para garantizar los requerimientos nutricionales en la producción bovina en el país es necesario disponer de nuevas arbóreas forrajeras tropicales no convencionales que garanticen la oferta permanente de un alimento que supla los requerimientos de especies de interés zootécnico como los bovinos cuyo inventario para Colombia de 23,000.000 de cabeza (Fedegan 2014).

El bajo contenido de proteína cruda es la limitación más común de la producción ganadera de los pastos nativos y algunos sistemas se han desarrollado para complementar o mejorar la ingesta de proteína cruda de los animales que pastorean en pastos nativos mediante el acceso, ya sea por temporadas o todo el año (Petit 2010).

Existe la necesidad de seleccionar nuevas especie forrajeras de buena calidad con plasticidad ecológica a las condiciones del Bosque Seco tropical que garanticen un forraje permanente ante las condiciones adversas de clima. Hay evidencias que con el uso del forraje de árboles se pueden reducir los costos de producción de

rumiantes en zonas tropicales (Devendra, 1988).

Para las regiones secas la producción y provisión de forrajes destinados a la alimentación de ganado es todo un reto, debido básicamente a las altas temperaturas, extensas sequías, e inaccesibilidad de recurso hídrico, lo que pone en riesgo no solamente la productividad y rentabilidad de las fincas ganaderas; sino además el equilibrio de los ecosistemas naturales (Murgueitio, 2003). El objetivo de este artículo es realizar una revisión sistemática del manejo y calidad forrajera y fitoquímica de *M. oleífera* manejada bajo condiciones tropicales.

Moringa oleífera es una planta de crecimiento muy rápido, con un fácil y vigoroso rebrote después del corte o poda. Como árbol, en el primer año puede alcanzar de tres a cinco metros en condiciones óptimas de humedad y nutrientes (Fuglie, 1999). Es una especie que crece en zonas tropicales por debajo de los 500 msnm; sin embargo, puede adaptarse a las condiciones edafoclimáticas por arriba de los 1500 msnm en ausencia de heladas (Olson & Fahey, 2011) y tolera hasta 6 meses de sequía (Palm, 1995).

El cultivo de este árbol forrajero posee muchas ventajas, entre las que se destacan su reproducción por estacas o semillas y crecimiento rápido, tanto en suelos alcalinos como ácidos, alcanzando alturas de 7 a 12 m.

Según Gutteridge y Shelton (1994), el empleo de árboles y arbustos constituyen una de las vías más eficaces para mejorar el suministro y calidad de forrajes en los sistemas ganaderos. *Moringa oleífera* (Lam) hace parte un grupo de árboles no leguminosos, presentándose como una planta promisoriosa para los sistemas de corte y acarreo, pastoreo, ramoneo, así como en la formación de barreras rompevientos y cercas vivas (Foidl, Mayorga y Vásquez, 2011); es una de las especies forrajeras consideradas como alternativa para la

suplementación del ganado (García & 2006). En la actualidad, constituye un recurso forrajero de importancia en los sistemas de producción ganadera, el que puede emplearse en las diferentes especies de interés zootécnico (Pérez, Sánchez, Tania., Armengol, Nayda., & Reyes, 2010) y cumple con el propósito de la explotación de forrajes de producir la mayor cantidad posible de forraje de la mejor calidad, bajo diferentes condiciones de suelo, clima y época del año (Oquendo 1986).

Origen y expansión

Moringa oleífera Lam es origina del sur del Himalaya, en el noreste de la India, se puede encontrar en Pakistán, Bangladés, Arabia Saudita y Afganistán (Makkar & Becker 1997). Es una planta que se ha introducido en la mayoría de los países tropicales. En Centro América se reporta a partir de 1920 como un árbol ornamental. Se utiliza además como cerca viva a modo de cortina rompe viento (Rocha 1998 y Carballo 2011).

En Colombia se han establecido cultivos de *Moringa oleífera* en los departamentos del Tolima, Cundinamarca, Huila Bolívar Santander del Sur, Antioquia, Meta con fines de comercialización básicamente para uso humano y en menor escala para uso animal. Según Castro (2013) indica que las regiones del Caribe y Andina presentan condiciones ambientales ideales para el desarrollo del cultivo de la *Moringa*.

Caracterización taxonómica

Moringa pertenece a la familia *moringaceae*, un grupo pequeño de plantas del inmenso orden *Brassicales* que incluye a la familia de la col y del rábano, junto con la familia del mastuerzo y de las alcaparras (APG, 2009). La familia más cercana emparentada con la familia de *moringa* es *Caricaceae*, con la cual comparte la característica de presentar glándulas en el ápice del peciolo (Olson, 2011).

Su clasificación botánica desde la categoría taxonómica de Reino, corresponde a la siguiente:

Reino: Plantae
 División: Magnoliophyta
 Subclase: Dilleniidae
 Clase: Magnoliopsida
 Orden: Capparidales
 Familia: Moringaceae
 Género: Moringa
 Especie: Moringa oleífera Lam

Otras especies de Moringa

En la actualidad se reportan trece especies del género Moringa: M. arbórea, M. borziana, M. concanensis, M. drouhardii, M. Hildebrandtii, M. longituba, M. ovalifolia, M. peregrina, M. pygmaea, M. rivae, M.

ruspoliana, M. stenopetala, M. oleífera (Balbir, 2005). En Cuba se caracterizaron ocho ecotipos pertenecientes a una misma especie de Moringa oleífera, identificados como: Criolla, Nicaragua, Plain, Supergenio, PKM-2, Paraguay, Camerún y Guatemala (Giselle, 2014).

Aspectos Morfológicos de la Moringa oleífera

- Raíz

Posee una raíz pivotante y globosa, carnosa (figuras 1 y 2) condición que le permite almacenar reservas para resistir periodos pocos lluviosos. La forma es similar a la del rábano.



Figura 1. Raíz extraída de un árbol de M. oleífera en fase de desarrollo



Figura 2. Raíz de M. oleífera en fase de vivero

Tallo

El árbol alcanza de 7 a 12 m de altura y de 20 a 40 cm de diámetro, con una copa abierta, tipo paraguas, fuste generalmente recto, la corteza tiende a ser blanca y la madera es blanda y quebradiza (Figuras 3 y 4).

Hoja

La hoja de la Moringa oleífera (figura 5) es compuesta, alterna formada por folíolos y por su distribución en la hoja termina en uno solo folíolo recibiendo el nombre de hojas compuestas imparipinnadas. La hoja puede presentar una longitud de 30 a 70 cm.



Figura 3. Fuste de árbol *Moringa oleifera* ornamental den zona urbana de Girardot



Figura 4. Cerca viva en el C.I. de Agrosavia, Nataima Espinal.



Figura 5. Hoja de *Moringa oleifera* de un cultivar en Chaparral Tolima.

Flores.

Falasca y Bernabé (2008) señalan que las flores son bisexuales, con pétalos blancos y estambres amarillos (figura 6).

En algunas regiones florece una sola vez al año, pero puede florecer dos dependiendo de condicione ecofisiologicas del cultivar.



Figura 6. Fase de floración de *Moringa oleifera*.

El fruto.

El fruto es una vaina o cápsula, parecida a una legumbre, pero de sección triangular, de unos 30 a 45 centímetros de longitud, aunque también puede alcanzar mayor longitud. Las semillas son negruzcas redondeadas y con tejido a modo de alas (Figura 7).



(a)



(b)

Figura 7. Árbol de Moringa oleífera en producción y su semilla

Necesidades bioclimáticas de la Moringa oleífera

Moringa oleífera es una especie con una buena plasticidad ecológica, resiste a determinados periodos de tiempo, sin embargo, aunque la planta no muere, se reduce drásticamente la producción de follaje. Cuando la planta encuentra condiciones óptimas de humedad y nutrientes puede crecer hasta 3 metros en 9 meses; es sensible a suelos que presentan encharcamientos o zonas que se inundan. Según Reyes (2006), esta es una especie

resistente a la sequía y tolera una precipitación anual de 500 a 1500 mm. Además, crece en un rango de pH de suelo entre 4,5 y 8, excepto en arcillas pesadas y prefiere suelos nuestros o ligeramente ácidos.

Usos y beneficios

Moringa oleífera, es considerado un árbol multipropósito por sus beneficios en la alimentación de especies domésticas de interés zootécnico (bovinos, porcinos, conejos, ovinos, peces, aves), como suplemento alimenticios en humanos, prevención de enfermedades, floculante natural, adsorbente de metales tóxicos, producción de biodiesel, bioetanol y fuente energética. Según Godino (2012) La Moringa oleífera es una planta con gran potencial como productora de materia prima para biocombustibles ya sea como biodiesel, bioetanol, biogás o, simplemente, para ser quemada directamente. Las hojas son excepcionalmente ricas en vitaminas y aminoácidos, por lo que la recomiendan para tratar problemas de malnutrición en niños (Flugie, 2001). Las cascarillas de las semillas sirven de materia prima para la producción de carbón activado y de intercambiadores aniónicos. El mayor uso de Moringa oleífera se reporta en la medicina ayurvedica en la India, en la actualidad se reportan investigaciones de esta especie con resultados muy importantes en enfermedades como la diabetes, obesidad, cáncer etc.

Contenido nutritivo de las hojas de Moringa oleífera.

La hoja de la Moringa es uno de los componentes de la planta con mayor riqueza nutritiva. Diferentes estudios resaltan el aporte nutritivo que esta especie posee en la hoja como materia seca (MS). La tabla 1 compara el contenido de vitaminas de la moringa con alimento de consumo diario por el ser humano, en la tabla 2 se presenta el valor de los aminoácidos como materia fresca y materia

seca y la tabla 3 indica el contenido de vitaminas y minerales por 100 g de porción comestible de la hoja de *Moringa oleífera*.

Tabla 1 Contenido nutritivo de las hojas de *Moringa oleífera* con otros alimentos (por cada 100 gramos de porción comestible).

Nutriente	Moringa	Otros alimentos	mg	No de veces
Vitamina A (mg)	1130	Zanahoria	315	3.6
Vitamina C (mg)	220	Naranja	30	7.33
Calcio (mg)	440	Leche de Vaca	120	3.6
Potasio (mg)	259	Plátano	88	2.9
Proteína (mg)	6700	Leche de Vaca	3200	2.1

Fuente: SAGAR (2001)

Tabla 2 Contenido de Aminoácidos de la hoja de *Moringa oleífera*/por 100 g de porción comestible.

Contenido	Hoja fresca (mg)	Hoja seca (mg)
Arginina	406.6	1325.0
Histidina	149.8	613
Isoleucina	299.6	825
Leucina	492.2	1950
Lisina	342.4	1325
Metionina	117.7	350
Fenilalanina	310.3	1388
Treonina	117.7	1188
Triptófano	107.0	425
Valina	374.5	1063

Fuente: Balbir, S.Mathur. Trees for life Moringa Book, p 22.

Rendimiento de biomasa

El término biomasa se refiere a toda la materia orgánica que proviene de plantas y desechos de animales (BUN-CA, 2002). Foidl et al. (2001), en trabajos realizados en Nicaragua obtuvieron 600 toneladas de Biomasa en 8 cortes, sembrada a densidades de 1.000.000 de plantas/ha, pudiéndose realizar el primer corte a los 60 días. A partir de esta biomasa podrían obtenerse anualmente 20.000 l/ha de bioetanol. En la producción de forraje de buena calidad, la búsqueda de nuevas variedades, desempeña un papel importante, así como su manejo, el que

debe tener en cuenta la frecuencia de corte, el suelo, clima y la época del año (Oquendo 1986).

Estudios realizados en Cuba (Giselle et al 2014), indican que los mayores rendimientos se han alcanzado cuando las plantas se siembran a 50 centímetros entre surco y 25 centímetros entre plantas para una densidad de 80.000 plantas por hectárea. Los cortes fueron realizados a los 6 meses de establecido el cultivo y a una altura de 40 cm de altura, los mayores rendimiento de materia seca se obtienen

Tabla 3. Contenido de vitaminas y minerales de la hoja de *Moringa oleífera*/por 100 g de porción comestible.

Contenido	Hoja fresca (mg)	Hoja seca (mg)
Caroteno(Vitamina A)	6.78	18.90
Tiamina (B1)	0.06	2.64
Riboflavina (B2)	0.05	20.50
Niacina (B3)	0.80	8.20
Vitamina C	220	17.30
Calcio	440	2003
Carbohidratos	12.500	38.200
Cobre	0.07	0.57
Grasa	1700	2300
Fibra	900	19.20
Hierro	0.85	28.20
Magnesio	42	368
Fósforo	70	204
Potasio	259	1324
Proteína	6700	27.100
Zinc	0.16	3.28

Fuente: Balbir, S. Mathur 2005. Trees for life Moringa Book. pp 22.

con frecuencia de corte cada 60 días en comparación con la frecuencias de 45 días con rendimiento de materia seca total de 6 ton/ Ha-1 y 3.1 respectivamente.

Un árbol se considera forrajero si tiene ventajas de tipo nutricional, de producción y de versatilidad agronómica como la adaptación al sitio, especie rústica y de fácil establecimiento, es decir para considerar a un árbol como potencial forrajero su contenido de nutrientes y el consumo debe ser adecuados para esperar cambios en los parámetros de respuesta animal, la especie debe ser tolerante a la poda o ramoneo y debe producir niveles significativos de biomasa comestible por unidad de área (Benavides 1994)

El indicador definitivo de calidad del forraje es su efecto en la producción y la salud animal. Esto solamente puede cuantificarse mediante ensayos de alimentación a largo plazo en los cuales se evalúen los rasgos de producción como crecimiento, leche o

producción de lana. Esta mediciones incluyen los componentes principales de la hoja especialmente proteína cruda (PC) y fibra (FDA,FDN); compuestos secundarios como taninos, saponinas y una variedad de compuestos tóxicos como amino ácido no proteico, mimosina, encontrado en muchas especies de Leucaena (D'Mello, 1992). La calidad nutritiva de una planta forrajera es función de su composición química, digestibilidad y consumo voluntario. Muchas especies aún no han sido evaluadas en términos de calidad nutricional y producción forrajera (Shelton 2000).

Se puede establecer que una alta concentración de FDA en forrajes se asocia con una baja digestibilidad ruminal, mientras que una alta concentración de FDN se asocia con un menor consumo de alimento. Cobos et al. (1999), sugiere que en el caso de plantas tropicales, el contenido de FDN y FDA se incrementa con la presencia de tallos, por lo que se puede estimar que afectan de forma negativa

tanto el consumo como digestibilidad de la planta.

El banco forrajero de corte y acarreo es una práctica silvopastoril ampliamente utilizada en los trópicos y consiste en un sistema de cultivo en el cual las leñosas perennes y las forrajeras herbáceas crecen en bloque compacto y con alta densidad, con miras a maximizar la producción de fitomasa de alta calidad nutritiva (Pezo e Ibrahim, 1998). El inicio, la frecuencias y altura de corte son factores de manejo que determinan los rendimientos de biomasa comestible del banco forrajero

Factores que determinan la producción de rebrotes en especies forrajeras arbóreas.

La capacidad de rebrotes de las especies está influenciada por características fisiológicas propias de las especies, efectos del manejo en altura y periodos de cosecha. Con respecto al número de rebrotes el rendimiento de forraje de *Leucaena* y *Moringa* mediante el arreglo de Monocultivo (Petit, 2010). En la tabla 4 se indica el número de rebrotes y diámetro del tallo en periodo poco lluvioso (PPLL) y periodo lluvioso (PLL).

El uso de bioestimulantes del crecimiento de plantas es un factor que incide en el número de rebrotes foliares como lo demuestra un estudio realizado por Hilda B (2013) quien demostró en un experimento realizado con *L. leucocephala* cv. Cunningham usando bioestimulantes a base de Humus de lombriz el número de rebrotes foliares llegan hasta 6 contra 4 sin aplicación de biofertilizantes.

Composición química y fitoquímica de *Moringa oleifera*

La composición nutricional de los alimentos, expresada como porcentaje de Materia Seca, indica la cantidad de nutrientes orgánicos y minerales presentes, así como la existencia de factores o constituyentes que influyen negativamente sobre la

biodisponibilidad (Decruyenaere et al., 2009; Petruzzi et al., 2005; Posada et al., 2007; Ramírez, 2005). La utilización para la alimentación está limitada por el contenido de lignina y la presencia o ausencia de factores anti nutricionales que pueden ser tóxicos para los rumiantes, siendo los taninos el factor nutricional más importante en la digestibilidad de los forrajes (Sanona et al 2007).

Según Ramos (2015), la frecuencia de corte de 60 días y 40 cm de altura de corte presentó los mayores rendimientos de MS (1,912 t ha⁻¹ corte y proteína total (0,416 t/ha⁻¹ corte). Estos rendimientos de biomasa corresponden a una densidad de siembra de 20.000 planta/ha (1 m entre surco y 0.50 m entre plantas). Los rendimientos de MS en el tiempo encontrados por Padilla (2014) fueron de (2.77-2.96 t/ha MS) en la *Moringa oleifera* cv. Plain. Este indicador fue similar en los diferentes cortes realizados los cuales oscilaron entre 2.55 y 3.10 t/ha de MS con una densidad de 200.000 planta/ha. (33X15 cm) y el mayor porcentaje de proteína cruda se presenta en FC de 60 días a una altura de corte de 20 cm con un porcentaje del 22,57 % PC. Trabajos realizados por Castillo & (2013) en Yucatán, México, encontraron poca influencia de la altura de corte en la composición química de las hojas y tallos de *Moringa*.

Garavito (2008), reporta en el análisis bromatológico de la mezcla hojas y tallos cosechados en cultivos localizados en el municipio de Melgar, Tolima, a los 54 días de la siembra, (Tabla 6) es decir a los 45 días de su germinación, con 1,40 m de altura en su primer corte, dio como resultado el 21,52% de proteína, el 5,29% de grasa y el 26.49% de fibra. Al deshidratar los tallos y hojas comprobaron que las hojas representaron un 63,03%, mientras que los tallos representaron un 36,97% del total de la biomasa producida, al respecto Foidl (2001), afirma que la relación entre las fracciones de hojas y tallos se mantiene entre 45 % a 55 % en función de la fertilización y la edad del rebrote.

Tabla 4. Variables dasométricas de especies arbóreas forrajeras en monocultivo para las épocas de sequía y lluvias.

Especies	PPLL	Diámetro	N°	PLL	Diámetro	N°
	Altura (m).	(cm)	Rebrotes	Altura (m)	(cm)	Rebrotes.
M. oleifera	1.0	4.6	6.4	1.1	4.9	3.9
L. Leucocephala	1.2	4.0	25.3	1.2	4.5	24.2
G. ulmifolia	1.2	5.4	33.1	1.4	5.8	46.5

Fuente: Judith Coromoto Petit Aldana (2010)

Tabla 5. Composición química de la *Moringa oleifera* de 54 días deshidratada y molida.

Indicador	Hojas	Tallos	Hojas+Tallos
Materia seca %	89.60	88.87	89.66
Proteína cruda %	24.99	11.22	21
Extracto etéreo %	4.62	2.05	4.05
Fibra cruda%	23.60	41.90	33.52
Cenizas %	10.42	11.38	10.18
Extracto No nitrogenado %	36.37	33.45	31.25
Energía digestible (Mcal/kg MS)	2.81	1.91	2.43
Energía metabolizable (Mcal/ Kg MS)	2.30	1.63	1.99

Fuente: Garavito (2008)

Estudios realizados en la mezcla hoja-tallos del árbol de *Moringa* por Garavito (2008) indican como aumenta el porcentaje de proteína cruda (26,74%) en árboles con de 6 años de edad en relación con hojas y tallos jóvenes. Mendoza (2008) indica un incremento progresivo en los porcentajes de materia seca (de 90 a 92,3), proteína cruda (de 15 a 21), fibra detergente neutra (38 a 43), fibra detergente ácida (de 28 a 37) y lignina (de 5 a 7) según frecuencias de

corte a 30 y 50 días en la mezcla hoja tallos. En árboles de *Moringa oleifera* con 45 días de edad en modelos establecidos mediante banco de proteína en Chaparral Tolima, el porcentaje de proteína fue del 35 % como materia seca (Ramírez, 2013). La importancia del uso de la *Moringa* como forrajera se debe a sus buenas características nutricionales y a su alto rendimiento en producción de biomasa fresca. Sus hojas y tallos presentan un 23%

y 9% de proteína cruda, respectivamente mientras que la digestibilidad encontrada fue del 79% y 57%, respectivamente (Foidl 2003). Con respecto a la composición química de las fracciones hojas, tallos y planta entera de la *Moringa oleífera* para las frecuencias de corte 45 y 60 días, la investigación fue realizada en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias Jorge Dimitrov Cuba, donde se confirma que la PC

en hojas (26,3 – 24,9%) duplica a la obtenida en tallos (12,2 – 11,3) a los 45 y 60 días de corte, respectivamente; estos datos sugieren una ligera disminución de este valor al aumentar los días de corte de 45 a 60. En el mismo estudio se determinó valores medios de 2,4 -1,96 Mcal.kgMS⁻¹ en Energía metabolizable, con la misma tendencia a la baja a los 60 días de corte.

Tabla 6. Composición química árboles de *M. oleífera* de seis años de edad.

Indicador	Hojas y Tallos Jóvenes	Hojas y Tallos Desarrollados
Materia seca %	66.88	34.90
Proteína %	21.59	26.74
Extracto etéreo %	3.73	3.80
Cenizas.	9.83	10.63
Energía Digestible (M cal/kg MS)	2.99	2.93
Energía Metabolizable (M cal/Kg MS)	2.45	2.39

Fuente: Adaptado de Garavito (2008).

Metabolitos secundarios.

Los principios bioactivos o metabolitos secundarios son compuestos elaborados por las plantas para prevenir la depredación por los herbívoros, insectos, hongos, virus (Van Soest, 1994); como mecanismo de relaciones de mutualismo de atracción para garantizar la polinización (los colores de las flores); en relaciones de competencia contra otras plantas (agentes alelopáticos) o como protección contra los rayos ultravioleta y desecación (Ramos et al., 1998). La presencia de estos factores antinutricionales limitan el consumo, disminuyen la digestibilidad de los nutrientes, efectos tóxicos sobre la población microbiana del rumen, u originan

elementos tóxicos para la salud de los animales (Ojeda y Cáceres, 1998)

Alcaloides

Según Evans (2000) “Un alcaloide es un compuesto orgánico de origen natural (generalmente vegetal), nitrogenado (el nitrógeno se encuentra generalmente intracíclico), derivados de aminoácidos, de carácter más o menos básico, de distribución restringida, con propiedades farmacológicas importantes a dosis bajas y que responden a reacciones comunes de precipitación”.

Las técnicas de reconocimiento son basadas en la capacidad que tienen los alcaloides en estado de sal (extractos ácidos), de combinarse con el yodo y metales pesados

como bismuto, mercurio, tungsteno formando precipitados; (Maldoni, B. 1991) estos ensayos preliminares se pueden realizar en el laboratorio o en el campo. Las siguientes técnicas son utilizadas para el reconocimiento de alcaloides: reactivo de Wagner, Mayer, Dragendorff, Hager, Bertrand, Ehrlich, Vitali-Morin.

Flavonoides

La Moringa contiene una amplia variedad de antioxidantes exógenos como flavonoides, quercetina, Kaempferol, B-sitosterol (Yan &, 2008, citado en Lim 2012), ácido cafeilquímico, Zeatina, ácido ascórbico, fenoles, carotenoides, Vitaminas A,C, E y complejo B, entre otros principalmente contenidos en las hojas. Posee además fitonutrientes Luteína, Zeaxantina y Clorifila, que eliminan el cuerpo de toxinas, purifican los riñones, ayudan a fortalecer el sistema inmunológico y a la proliferación de glóbulos rojos. Según estudios realizados por Yang et. Al (2008) en la hoja de la Moringa oleífera identificaron Flavonoides con las siguientes

cantidades: Quercetina 89.8mg/100g de peso fresco, Kaempferol 36.3 mg/100g de peso fresco, Isorhamnetina 2.9 mg/100g de peso fresco para un total de 129 mg/100g de peso fresco y de materia seca (MS) de 25.5 %

Taninos

Se han investigado efectos tanto negativos como positivos de la presencia de taninos en el rumen, debido a su capacidad para formar complejos con la proteína y la fibra. Los efectos beneficiosos incluyen la protección de la proteína, convirtiéndola en sobrepasante, mientras que el principal perjuicio es la inhibición de la fermentación.

Saponinas.

En la tabla 7 se presenta los criterios para la interpretación de los resultados de saponinas.

Tabla 7 Interpretación resultados Saponinas

Parámetro de referencia	Interpretación
Altura de menos de 5mm	Prueba negativa.
Altura de 5-9mm	Contenido bajo.
Altura de 10-14mm	Contenido moderado
Altura mayor de 15mm	Contenido alto

Referencias

Agrodesierto (1998). Programas agroforestales (Moringa oleífera). Dirección electrónica en línea: <http://www.agrodesierto.com>

AOAC. (2005). Official methods of Analysis of AOAC International, 18th edition, AOAC International, Maryland, USA

APG (Angiosperm Phylogeny Group). 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society 161:105-121.

Balbir, M. (2005). Trees for Life: Moringa Book. [En línea]. St Louis, EUA. <<http://www.treesforlife.org/ourwork/ourinitiatives/moringa/moringa-book>>. [Consulta: Mayo de 2014].

- Balzarini, M.G; Casanoves, F; Di Rienzo, J,A; González, L; A.& Robledo. C.W. (2010). Paquete estadístico InfoStat.Versión 2010. Universidad de Cordoba, Córdoba Argentina.
- Benavides, J.E. (1994). Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. Agroforestería para la producción Animal en Latinoamérica. FAO, Roma. Pág. 28.
- Bernal, E. (1994). Pastos y Forrajes Tropicales. Producción y Manejo. 3ra edición. Banco Ganadero, Bogotá. 575 p.
- BUN-CA (2002). Manuales sobre energía renovable: Biomasa. Manuales. San José de Costa Rica. \$2 p
- Cáceres, C. M. y Díaz, J. C. (2005), Propuesta de Tratamiento de Aguas de Desecho de una Industria Química de Adhesivos utilizando Extracto Acuoso de la Semilla de Moringa oleífera (Teberinto), Trabajo de Grado, Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia, San Salvador, El Salvador
- Cándida, M. (2014). Moringa. Árbol de múltiples usos. (1a ed.). La Habana Cuba.
- Carballo. N. (2011). Revisión Moringa. Moringa oleífera. Lam. El árbol de la vida. En: <http://www.es.scribd.com/doc./93794961/> Revisión –Moringa.
- Castro, A. (2013) El árbol Moringa (Moringa oleífera Lam): Una alternativa para el desarrollo de los sectores económicos y ambientales de Colombia (Tesis especialización), universidad Militar, Bogotá.
- Castillo, A; Castillo, C; Ramírez, J.B; Ávilas, L, & Cantos, R. (2013).Efecto de la densidad y frecuencia de la poda en el rendimiento y calidad de la Moringa oleífera Lam. XIII Memorias. Congreso de la asociación Latinoamericana de producción animal (ALPP) p 87
- Cuartas, C; Naranjo, J; Tarazona, A.; Murgueito, E.; Chará, J.; Ku Vera, J. & (2014). Contribution of intensive silvopastoral systems to animal performance and to adaptation and mitigation of climate change. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. V 27 (2) 76-94,
- Danny E. García & Medina (2006) Evaluación química de especies no leguminosas con potencial forrajero en el estado de Trujillo, Venezuela. Revista Zootecnia Tropical; 24(4) 401-415
- Decruyenaere. V.; Buldgen, A. & Stilmant, D. (2009). Factors affecting intake by grazing ruminants and related quantification methods: a review. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 13:559–573.
- Devendra, C. (1988). Forage supplement: nutritional significance and utilization for draught, meat and milk production in buffaloes. In: Proceeding of the and World buffalo congress, Vol,2, New Delhi, India. Indian Council Agric. Res. P. 409-423.
- D´mello, J.P.F. (1992).Chemical constraints to the use tropical legumes in animal nutrition. Animal Feed Science and Technology 38, 237-261.
- Esquivel, J. (1996). Suplemento de vacas lecheras en pastoreo con Morera (Morus sp) en la zona alta del Valle Central de Costa Rica. Catie.Turrialba ,Costa Rica
- Evans, W.C. (2000) “Trease and Evans - Pharmacognosy”, 15TH ed. Ed. Saunders, Edinburgh.
- Falasca S y Bernabé M. (2008). Potenciales usos y delimitación del área de cultivo de Moringa oleífera en Argentina Revista virtual Redesma Pág. 16
- Fedegan (2014) Plan estratégico de la ganadería en Colombia 2019. FNG, Bogotá.

Foidl, N. &. (1999). Utilización del Marango (Moringa oleifera) como forraje fresco para ganado. En: Agroforestería para la alimentación animal en Latinoamérica. (Eds. M.D).

Foidl N., Makkar H.P.S., Becker k. (2001). The potential of Moringa oleifera for agricultural and industrial uses. In: Proceedings of International Workshop What development potential for Moringa products? Oct 29th to Nov 2nd. Dar Es Salaam, Tanzania.

Foidl, N; Mayorga L y Vásquez, W. 2011.Utilización del marango (Moringa oleifera) como forraje fresco para ganado. Proyecto Biomasa. Managua Nicaragua. Dirección electrónica:biomasa@ibw.com.nihttp://www.fao.org/ag/aga/AGAP/frg/AGROFOR1/Agrofor1.htm.

Fuglie, L.J. (1999). CWS. "The miracle tree" Moringa oleifera. Natural Nutrition for the tropics. Regional Representative. Senegal, Church World Service. Dakar. pp 1-31.

Fuglie, L. J., ed. (2001). The miracle tree: The multiple attributes of Moringa. Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation, Wageningen/ Church World Service, New York. p172

García, D.E. (2003). Efecto de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de Morus alba (Linn.). Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF «Indio Hatuey». Matanzas, Cuba. Pág. 98

García, E.D; & (2006). Evaluación química de especies no leguminosas con potencial forrajero en el estado de Trujillo Venezuela. Zootecnia tropical 24-36.

Garavito, U. (2008). Moringa oleifera, alimento ecológico para ganado vacuno, porcino, equino, aves y peces, para la

alimentación humana, producción de etanol y biodiesel. Corporación Ecológica Agronadera S.A. Colombia.

Gohl, B. (1982). Piensos tropicales. Resúmenes informativos sobre piensos y valores nutritivos. Colección FAO. Producción y Sanidad Animal No 12. Roma, 559 p.

García, R. (2003). Producción de semillas forestales de especies forrajeras enfatizadas en sistemas silvopastoriles. Technical report, Instituto Nacional forestal, Managua

Gutteridge, R.C. y Shelton, H.M. (1994). The role of forage tree legumes in cropping and grazing systems. In: Gutteridge, R.C. and Shelton, H.M. (eds). Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. CAB International, Wallingford, UK.

Giselle, R. Diocles, B. (2014). Moringa oleifera. Experiencias agronómicas en el oriente de Cuba. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Jorge Dimitrov. P 18

Godino, M. Villegas S. Izquierdo, M.I. Velásquez, J.C. Vargas, R. (2012). Evaluación del uso energético de la Moringa oleifera. Revista Agroforestería Neotropical, No. 2, Pág.48

Hilda B. Wencomo y Yudith Lugo (2013). Rendimiento de materia seca y otros componentes en Leucaena leucocephala cv. Cunningham con el uso del Liplant. Pastos y forrajes. V6 No 1.Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos.Pág. 43-49.

Holdridge, L. (1978). Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) libros y materiales educativos No 34. San José de Costa Rica. Ideam.(2016 Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales

- Janzen, D (1988). Tropical dry forest. The most endangered major tropical ecosystem. In biodiversity, E.O. Wilson (ed. National Academy of Sciences/ Smithsonian Institution. Washington D.C. p 130-137
- Olson, M. E. & Fahey, J. W. (2011). Moringa oleifera: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. Rev. Mex. Biod. 82:1071-1082.
- Lombo, D. F. (2012). Evaluación de la disponibilidad de biomasa y capacidad de rebrote de leñosas forrajeras en potreros del trópico seco de Nicaragua. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Lim, T. K. (2012). Edible Medicinal and Non Medicinal Plants, Volume 3. Springer. Dordrecht.
- Makkar, H. P. S., y Becker, K. 1996. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted Moringa oleifera leaves. Elsevier Science, 63(1-4): 211-228.
- Makkar, H. P. S., y Becker, K. (1997). Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the Moringa oleifera tree. J. Agric. Sci; Cambridge 128:311-332.
- Maldoni, B. (1991) "Alkaloids: Isolation and Purification" Journal of Chemical Education, 68, 700-703.
- Mendoza, Y y Croes R. (2008) Caracterización en cuanto a edad y altura del corte de Moringa (Moringa oleifera). Alimento animal, Tesis.
- Morales JB, Perez-Jimenez A & Chiang F (1992) Fluctuation of starch in wood and bark of trees from the Pacific coast of Mexico. Diversity of Pacific Basin woods in past, present, and future, August 14-16, 1992. Lawaii, Hawaii. IAWA Bull 13: 241-242
- Murgueitio, E. (2003). Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. Livestock Research for Rural Development 15 (10).
- Murphy, P.G. & A.E. Lugo,(1986). Ecology of tropical dry forest. Annals Review of Ecology and Systematics 17: 67-68.
- National Research Council.(2001). the nutrient requirement of dairy cattle. Seventh revised edition. National Academy Press, Washington, D. C. pp: 381
- Ojeda F, Cáceres O. (1998). Valor nutritivo, factores antinutricionales y tóxicos en leñosas forrajeras para la alimentación animal. En: Sistemas silvopastoriles en la ganadería tropical. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. pp. 1-14.
- Oquendo, G (1986).Comportamiento de 7 gramíneas en suelos pardos de Guimaro. Pastos y forrajes. 230 p.
- Palm, C.A. (1995). Contribución of agroforestry trees to requeriments of intercropped plants. Agroforestry systems 30: 105-124.
- Padilla, C; Fraga, N. Scull, I. Tuero, R., y Sarduy, L. (2014). Altura de corte en indicadores de la producción de forraje de Moringa oleifera cv. Plain. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Tomo 48, (4) pp 405-409.
- Pérez, N. (2011). Rasgos funcionales nutricionales de especies leñosas en sistemas silvopastoriles y su contribución a la sostenibilidad de la ganadería bovina en la época seca en el departamento de Rivas, Nicaragua (Tesis de maestría), Turrialba, Catie.
- Pezo P. Kass. Benavides J. Romero F. Chavez C. (1990). Potential of legume tree fodders as feed in Centro América. In

Pezo, D; Ibrahim, M. (1998). Sistemas Silvopastoriles. Módulo de enseñanza agroforestal No 2. Proyecto agroforestal Catie /GTZ. Turrialba. Costa Rica. 258 p.

Petit, A. J. (1994). Árboles y arbustos forrajeros. Instituto Forestal Latinoamericano. Mérida, Venezuela 174 p.

Petit, A.J. (2010) Rendimiento de forraje de *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia*, y *Moringa oleífera* asociadas y en monocultivo en un banco de forraje. Revista forestal venezolana (52) 161-167.

Petruzzi, H.J.; Stritzler, N.P.; Ferri, C.M.; Pággella, J.H; Rabotnikof, C.M. (2005) Determinación de materia seca por métodos indirectos: utilización del horno a microondas. Boletín de Divulgación Técnica Nº 88. INTA - Facultad Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), Anguil, Argentina. Pág.: 8-11 <http://www.inta.gov.ar/anguil/info/boletin/es/bol88/cap2.htm>.

Pérez A., Sánchez, T. Armengol, N. & Reyes, F. (2010). Características y potencialidades de *Moringa oleífera*, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. Pastos y Forrajes v.33 n.4. Estación Experimental de Pastos y Forrajes «Indio Hatuey».

Posada, S.L.; Angulo, J.; Restrepo, L.F. (2007). Validación de métodos de secado para la determinación de materia seca en especies forrajeras. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 19, Article 42.

Ramirez, R.E.; Anaya, E.; Mariscal, L.G. (2005). Predicción de la composición química del grano de sorgo mediante espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS). *Tec. Pecu. Mex.* 43(1):1-11.

Ramos G, Frutos R, Giráldez FJ, Mantecón A.R. (1998). Los compuestos secundarios de

las plantas en la nutrición de los herbívoros. *Arch Zootec* 47: 597-620.

Ramos, T; Castillo, H; Sandoval G.(2015). Efecto de intervalos y alturas de corte en la productividad forrajera de *Moringa oleífera*. *Revista Bio Ciencias* Número 3 (3): 187-194.

Rasta (2010). Guía práctica para la caracterización del suelo y del terreno. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Versión 2 Pág. 62

Reyes, N. (2006). *Moringa oleífera* and *Cratylia argentea*: potential fodder species for ruminants in Nicaragua. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science Department of Animal Nutrition and Management Uppsala. Doctoral thesis Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala. [Enlínea]. http://diss.epsilon.slu.se/archive/00001027/01/NRS_General_Discussion_Final_Version_Nov_05.pdf.

Rodríguez, I (2002). Bancos de *Leucaena leucocephala* como alternativa para la producción de materia verde y seca en la suplementación animal. Memorias XI congreso venezolano de producción e industria animal.

SAGAR. (2001). La pitahaya y su importancia en el mercado de frutas exóticas claridades agropecuarias. *Revista de publicación mensual* 82: 1-39

Sanona, H, Kaboré- Zoungranab, I. Ledinc. (2007). Nutritive value and voluntary feed intake by goats of three browse fodder species in the sahelian zone of west Africa. *Animal feed, science and technology* 144: 97-110. En línea <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037784010700418X>

Sakai S and Sakai S. (1998). A Test for the Resource Remobilization Hypothesis: Tree Sprouting using Carbohydrates from Above-

ground Parts. *Annals of Botany* 82: 213-216.
En línea:
<http://aob.oxfordjournals.org/content/82/2/213.full.pdf+html>

Shelton, M. (2000). Leguminosas forrajeras tropicales en los sistemas agroforestales. *Unasylva (Italia)* 51(200):25-32.

Solorio, F.J. y B. Solorio. (2002). Integrating fodder trees in to animal production systems in the tropics. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 1: 1-11.

Stur W., Shelton M. and Gutteridge R.C. (1994). Defoliation management of forage tree legumes. In: Gutteridge R.C. and Shelton H.M. (eds), *Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture*. CBA International, Wallingford, UK, pp. 158–167.

Van Soest PJ. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant*. 2nd ed. Cornell University Press. Ithaca, NY.

Tilley, JMA; Terry, RA (1963). A two stage technique for in vitro digestion of forage crops. *Journal of the British Grasslands Society. IICA/RISPAL*. 104-111p. (18)

Yang R.Y; Lin S; Kuo G. (2008). Contents of distribution flavonoids among 91 edible plant species. *Asia Pac J Clin Nutr* 17 (SI): 275-279.

