

La Moringa (*Moringa oleífera*) en la alimentación de rumiantes.

Nestor Alberto Ballesteros Martinez

Monografía para obtener el grado de especialización

Asesor:

Horacio Rojas Cardenas

Zoot. Esp. MsC.

Universidad Nacional Abierta y A Distancia

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Especialización Nutrición Animal Sostenible

Bucaramanga

2018

Contenido

	Pág.
Introducción	8
1. Justificación	11
2. Objetivos	13
2.1 Objetivo General	13
2.2 Objetivos Específicos	13
3. Marco Referencial	14
3.1 Marco Teórico	14
3.1.1 La Moringa (<i>Moringa oleífera</i>)	14
3.1.1.1. Clasificación Taxonómica de la Moringa (<i>Moringa oleífera</i>)	15
3.1.1.2 Características Agronómicas	15
3.1.1.3. Características Arbustivas	16
3.1.1.4. Descripción Botánica	17
3.1.1.5. Origen, adaptación y distribución	21
3.1.2. Composición Nutricional y Química	22
3.1.3. Usos de la Moringa (<i>Moringa oleífera</i>)	25
3.1.3.1. Alimento para Rumiantes	25
3.1.3.2. Alimento para otras especies animales	26
3.1.3.3. Abono Verde	27

3.1.3.4. Sistemas Agroforestales.....	27
3.1.3.5. Cerca Viva y Cortina Rompevientos	27
3.1.4. Establecimiento	28
3.1.5. Producción de Forraje Verde.....	29
3.1.6 Factores Antinutricionales.....	31
3.1.7 Fisiología digestiva de los rumiantes.....	33
3.2 Marco conceptual.....	36
3.2.1 Definiciones.....	37
3.3 Marco Legal.....	41
4. Resultados y Análisis.....	43
4.1 La Moringa (<i>Moringa oleífera</i>) en la alimentación de rumiantes.....	43
4.2 Resultados de trabajos de investigación relacionados con las características agronómicas de la Moringa (<i>Moringa oleífera</i>).....	58
4.3 Análisis de resultados.....	65
5. Conclusiones y Recomendaciones.....	68
5.1 Conclusiones	68
5.2 Recomendaciones.....	69
Referencias Bibliográficas	70

Lista de Figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Semillas de la Moringa (<i>Moringa oleífera</i>).....	18
<i>Figura 2.</i> Características botánicas de la Moringa (<i>Moringa oleífera</i>)	19
<i>Figura 3.</i> Flores y fruto de la Moringa (<i>Moringa oleífera</i>).	20
<i>Figura 4.</i> Hojas de la Moringa (<i>Moringa oleífera</i>).....	20

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Contenido nutritivo de las hojas – 100 g de parte comestible</i>	22
Tabla 2. <i>Harina de Moringa oleífera de 54 días – Deshidratada</i>	22
Tabla 3. <i>Composición nutricional promedio de los diferentes componentes de Moringa oleífera.</i> ,	23
Tabla 4. <i>Composición química de M. oleífera de 288 semanas de edad.</i>	24
Tabla 5. <i>Composición química de M. oleífera de 8 semanas.</i>	24
Tabla 6. <i>Crecimiento de M. oleífera a 150 días después del trasplante en diferentes densidades de plantación.</i>	30
Tabla 7. <i>Resultados de trabajos de investigación y/o artículos relacionados con la Moringa oleífera como suplemento nutricional en rumiantes.</i>	45
Tabla 8. <i>Especies leñosas con potencial forrajero para zonas secas</i>	62
Tabla 9. <i>Preferencia por consumo de forraje y tamaño de bocado</i>	63

Resumen

Esta Monografía esta direccionada a la revisión de Trabajos de grado, artículos científicos e investigaciones sobre la Moringa (*Moringa oleífera*) como alternativa nutricional para rumiantes. Presenta la clasificación taxonómica, características agronómicas, características arbustivas, descripción botánica, información sobre su origen, adaptación, distribución, composición nutricional y química, usos, establecimiento, producción de forraje verde y factores anti nutricionales. Esta planta se puede usar como una fuente de proteína exclusiva o como complemento de dietas bajas en proteína. La mayor fuente de Proteína la constituyen sus hojas, ramas y tallos. Sus frutos y flores son fuente de Retinol y Ácido Ascórbico. Las semillas tienen niveles superiores al 30% de aceite y su torta contiene niveles mayores al 50% de proteína. Su propagación puede realizarse de la forma sexual o de la forma asexual, siendo esta ultima la forma más empleada para sistemas de producción con bancos forrajeros. En la monografía se revisan los resultados de investigaciones en rumiantes. Se revisan variaciones de peso al cambiar de alimentos balanceados comerciales para animales por Moringa (*Moringa oleífera*) y los efectos en los niveles de producción, composición y características organolépticas de la leche de bovinos, la preferencia de rumiantes por el follaje de Moringa (*Moringa oleífera*) en sistemas agro silvopastoriles en zonas secas y su uso en ensilaje.

Abstract

This monograph is directed to the review of grade papers, scientific articles and research on Moringa (*Moringa oleifera*) as a nutritional alternative for ruminants. It presents the taxonomic classification, agronomic characteristics, shrub characteristics, botanical description, information about its origin, adaptation, distribution, nutritional and chemical composition, uses, establishment, production of green forage and anti-nutritional factors. This plant can be used as an exclusive protein source or as a supplement to low protein diets. The largest source of protein is its leaves, branches and stems. Its fruits and flowers are a source of Retinol and Ascorbic Acid. The seeds have levels higher than 30% oil and their cake contains levels greater than 50% protein. Its propagation can be done in the sexual way or in the asexual form, the latter being the most used form for production systems with forage banks. In the monograph the results of investigations in ruminants are reviewed. Changes in weight are reviewed when changing commercial feed for animals by Moringa (*Moringa oleifera*) and the effects on the levels of production, composition and organoleptic characteristics of bovine milk, the preference of ruminants for the foliage of Moringa (*Moringa oleifera*) in agro silvopastoral systems in dry areas and their use in silage.

Introducción

La disponibilidad de alimento de buena calidad durante todo el año es un problema que afecta a cualquier sistema de producción con rumiantes en zonas de Trópico bajo a nivel mundial, factores como temperatura, presión, vientos, humedad y precipitaciones determinan la oferta de pastos; adicionalmente la latitud define la mayor o menor exposición a la radiación solar en función de la inclinación del eje terrestre durante el año, razón por la cual la producción de alimento para rumiantes está limitada a períodos de tiempo que hace 20 años se podían predecir pero que hoy día son muy variables, obligando al ganadero a remplazar la alimentación con alimentos balanceados comerciales para poder sostener los niveles de producción en las épocas de sequía, disminuyendo la rentabilidad de los sistemas. Las ventajas de los sistemas agroforestales para suministrar a los animales, alimento de alto valor nutricional, son innegables en Latinoamérica y Asia, la tolerancia a la sequía y un follaje con alto porcentaje de proteína, son características básicas a la hora de buscar una alternativa en la producción de forraje que pueda reducir costos de producción y que no genere una demanda común de alimento entre personas y animales. La facilidad en su establecimiento y adaptación, son fundamentales para seleccionar una especie vegetal rica en proteína y baja en factores antinutricionales, así como la polifuncionalidad en el sector agropecuario, dando un valor agregado al productor. La Nutrición Animal Sostenible, busca alternativas rentables, sencillas y seguras para suplir las necesidades alimenticias de los Sistemas de producción locales y mantener el equilibrio con el entorno. Una solución a estas necesidades se enfoca a una planta de origen asiático llamada Moringa (*Moringa oleífera*) que no es desconocida

en el continente americano, pero de la cual se conoce muy poco a nivel nutricional en los sistemas de producción con rumiantes.

La Moringa (*Moringa oleífera*) es una leguminosa nativa del Himalaya, India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán (Foidl, 1999). La importancia de esta leguminosa radica en que sus frutos, hojas, flores y raíces son comestibles; así como como su aceite, el cual se obtiene de las semillas (Fuglie, 2001).

En Cuba, la Moringa (*Moringa oleífera*) se usa como cerca viva (Bosch, 2009).

Para Garavito (2008) la Moringa (*Moringa oleífera*) es muy importante en la alimentación de Rumiantes, por los porcentajes de vitaminas y proteínas que puede suplir en los sistemas productivos de leche y de carne, siempre que haya un balance nutricional.

El contenido de Proteína Bruta (PB) de la Moringa (*Moringa oleífera*) es mayor a los reportados en otras especies arbóreas usadas en la alimentación animal en América Latina, como: *Leucaena leucocephala* (22%), *Guazuma ulmifolia* (16%), reportados por Izaguirre *et al.*, (2008), *Gliricidia sepium* (19%) reportado por Ku *et al.*, (2007) y *Morus alba* 21 % reportado por Soto (2007), además no presenta las desventajas de los factores anti nutricionales presentes en la *Leucaena l*, *Guazuma u*, *Gliricidia s* y *Morus a*. Su alto nivel de nutrientes determino que Pinto *et al.*, (2004) y Mendieta-Araica (2011) cataloguen a la Moringa (*Moringa oleífera*) como una fuente alterna de proteína para rumiantes alimentados con forrajes de mala calidad. (Gutiérrez, 2012, p.40).

La presente monografía tiene como objetivo dar a conocer la Moringa (*Moringa oleífera*) como una alternativa nutricional en cualquier sistema de producción con rumiantes en zonas de trópico medio – bajo y resaltar las características agronómicas, arbustivas, así como las condiciones y requerimientos para su cultivo, basados en estudios y trabajos de investigación realizados en Brasil, Camerún, Colombia, Cuba, Ecuador, Nicaragua, Tanzania, Venezuela.

1. Justificación

Colombia es el séptimo país con mayor superficie del continente americano, con una área de 1'141.748 Km² distribuidos en una gran variedad de pisos térmicos. El inventario de Rumiantes de Colombia para el año 2016 fue de 22.689.420 bovinos en 494.402 predios, 248.951 búfalos en 3.484 predios, 1.423.466 ovinos y 1.124.508 caprinos para un total de 25.486.345 animales (Censo Pecuario Nacional 2016 - ICA). La UGG (Unidad Gran Ganado) o UA (Unidad Animal) es un término que representa una vaca de 450 kg de peso vivo la cual consume aproximadamente del 2.6% – 2.7% de su peso, en forraje seco por día o 10% - 12% de su peso, de Forraje Verde por día, según si es para ceba o para producción láctea. En algunas regiones manejan más de 3 UGG/ha por carga en época de lluvias pero se pueden hallar de 3.6 UGG/ha. En época de escasez de lluvias, pueden ser 1 o 2 UGG/ha, pero se puede hallar 2.4 UGG/ha., dependiendo de la zona. (Fedegan, 2015)

Las cifras pueden variar según calidad de pasto, manejo rotacional y la cantidad de comida que recibe cada rumiante. Las vacas adultas se sostienen con hasta 45 kg de pasto al día, un animal mediano con 25 kg y uno pequeño con 10 kg (Fedegan, 2015), la carga animal por hectárea varía de acuerdo a la zona, el estado de lluvias, tipo de forraje, suplementación y edad y peso del animal. En sistemas de producción tradicionales del trópico bajo de Colombia (Guajira, Magdalena, Atlántico, Sucre, Córdoba, Bolívar, Cesar, Norte de Santander, Santander, Casanare, Vichada, Meta, Tolima, Huila y Caquetá) se manejan cargas animales entre 1.5 y 1.8 UGG/ha. En sistemas

de producción tecnificados se pueden manejar cargas animales de 3 a 4 UGG/ha, respecto a búfalos se habla de 2 UGG por 1 ha, y con referencia a ovinos o caprinos la carga estaría entre 0.14 – 0.2 UGG/ha para tener 6 – 7 ovinos o caprinos por hectárea. (Contexto ganadero, 2015). La ganadería colombiana produce, pero no puede competir comercialmente con países de la misma región como Brasil, Uruguay, Paraguay, México y Argentina, debido a que la disponibilidad de alimento está determinada por épocas de sequía, que afecta las zonas ganaderas del trópico bajo, los altos costos de los cereales para elaborar alimentos, las vías de comunicación que encarecen los fletes y los precios de los combustibles; factores que sumados hacen un gran contrapeso en la industria ganadera. Es así que, en busca de alternativas forrajeras para alimentar la población de rumiantes del país, resistente a épocas de sequía prolongadas, fácil de establecer y de gran aporte nutricional, entonces, se presentan alternativas como la Moringa (*Moringa oleífera*), una planta forrajera que puede ser utilizada para reemplazar el alimento convencional en la ración de rumiantes por su nivel proteico y la alta digestibilidad de los nutrientes. No hay problemas de palatabilidad. El costo de la Moringa (*Moringa oleífera*) es de un 10% con respecto al concentrado (Foidl, N. 1998). Es una especie de rápido desarrollo, con una producción de forraje verde superior a 25 toneladas por hectárea / 360 días, sus hojas presentan niveles proteicos superiores o iguales al 18% y niveles de fibra inferiores al 32%. Adicionalmente sus hojas presentan una tasa de descomposición superior al 80% y liberan el 89% de Nitrógeno (N) al suelo, en 30 días de incubación, ayudando en la recuperación de los suelos destinados a la ganadería en zonas del trópico.(Casanova Lugo, Fernando *et all*, 2018).

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Realizar una revisión bibliográfica, que permita ver las cualidades nutricionales de la Moringa, (*Moringa oleífera*), como fuente alimenticia en rumiantes, en cualquier sistema de producción en zonas de trópico medio-bajo

2.2 Objetivos Específicos

- Describir las Características Agronómicas y Arbustivas de la Moringa (*Moringa oleífera*)
- Analizar la composición nutricional y química de la Moringa, (*Moringa oleífera*), de acuerdo a diferentes autores.
- Enunciar los usos de la Moringa, (*Moringa oleífera*) en los sistemas de producción con rumiantes.

3. Marco Referencial

3.1 Marco Teórico

Los sistemas de producción con Rumiantes en Colombia han decaído en su rentabilidad con el pasar de los años como consecuencia de los cambios climáticos, los mismos que afectan la disponibilidad de alimento y hacen que la oferta de pastos y forrajes varíe en cantidad y calidad. Todas estas razones hacen buscar a los productores, mejores fuentes de alimentación para los animales y es en esta búsqueda donde la Moringa (*Moringa oleífera*) surge como una alternativa de alimentación para rumiantes, gracias a sus excelentes características agronómicas, arbustivas, su facilidad de adaptación y su alto valor nutricional, mejorando la productividad y las utilidades en los sistemas de producción de trópico bajo.

3.1.1 La Moringa (*Moringa oleífera*).

Es una leguminosa nativa del Himalaya, India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán (Foidl, 1999). Se encuentra distribuida en una gran área del planeta. En Centroamérica llegó en los años 1920 como planta ornamental y se usó para cercas vivas, se encuentra desde los 0 msnm hasta los 1800 msnm. Se puede reproducir de forma sexual y asexual. (Foidl, N. 1998).

3.1.1.1. Clasificación Taxonómica de la Moringa (*Moringa oleífera*)

Nombre Científico:	<i>Moringa oleífera</i>
Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	<i>Brassicales</i>
Familia:	<i>Moringaceae</i>
Género:	<i>Moringa</i>
Especie:	<i>M. oleífera</i>

3.1.1.2 Características Agronómicas

Se trata de un árbol perenne, el cual presenta variedades anuales, aunque otras pueden vivir hasta 20 años. Es una leguminosa de rápido crecimiento, que aporta nutrientes al suelo, evita la erosión, impide el paso directo al suelo de los rayos solares y disminuye el porcentaje de evaporación de agua; controlando indirectamente la temperatura del área cubierta. (Jyothi *et al.*, 1990; Morton, 1991).

Se puede implementar en sistemas agroforestales para proveer protección y soporte a especies trepadoras. Se recomienda su uso para “cultivo en callejones” gracias a sus escasas raíces laterales, raíces verticales y profundas, rápido crecimiento, poca sombra y gran rendimiento en producción de biomasa. La técnica de cultivo en forma de callejones busca sembrar variedades de plantas de

ciclo corto entre filas de árboles, proporcionando protección contra corrientes de viento y los rayos solares, además de aportar nutrientes al suelo. Es una fuente importante de secreciones concentradas de azúcares, aminoácidos y sustancias aromáticas atrayente de antófilos quienes realizan la polinización, fundamental en los sistemas silvopastoriles. Provee hormonas que promueven el crecimiento de las plantas: obtenidas de hojas y tallos tiernos. La principal hormona es la Zeatina, perteneciente a las citoquininas. Sus hojas al descomponerse en el suelo controlan el ataque de plagas (Montesinos, 2010, p.51). Las hojas tienen características nutritivas importantes, que hacen que se destaque entre todos los vegetales perennes. Presenta niveles de proteína del 27%; además tienen proporciones importantes de hierro, fósforo, calcio, vitaminas A y C. Esta característica nutricional es de vital importancia en zonas donde la seguridad alimentaria puede estar amenazada por ciclos de poca lluvia prolongados, ya que las hojas de moringa tienen la posibilidad de cultivarse a lo largo de las épocas secas, cuando no hay otros forrajes frescos accesibles (Folkard, 1996, p.26). Soporta cortes cada 45 días (Wagner y Colón 2007).

3.1.1.3. Características Arbustivas

La Moringa (*Moringa oleífera*) es un árbol de desarrollo rápido: su copa alcanza hasta 3 metros y en condiciones especiales 5 metros en su primer año. El adulto presenta alturas de hasta 10 o 12 metros, la copa es poco densa, abierta, tirando a sombrilla (tipo acacia), el tronco puede ser sencillo o múltiple, su sistema radicular no fija nitrógeno y es muy fuerte.

Es tolerante a la sequía, aunque pierde las hojas en épocas de poca lluvia. Aprovecha riegos esporádicos y cantidades mínimas de fertilizantes. Las otras especies de Moringa presentan diversas formas y atributos.

Las flores son color crema y se muestran primordialmente en épocas de poca lluvia, cuando los arboles pierden las hojas.

El fruto es similar a una legumbre, de forma triangular y presenta 30-45 cm de longitud. Las semillas son oscuras, redondas y con un tejido en forma de alas. (Montesinos, 2010, p.50).

3.1.1.4. Descripción Botánica

La Moringa (*Moringa oleífera*) forma parte de la familia Moringaceae, un grupo reducido de plantas dentro del orden Brassicales que tiene dentro la familia de la col y del rábano, al igual que la familia del mastuerzo y de las alcaparras (APG, 2009). La familia más cercana con Moringaceae es Caricaceae, la de la papaya, con la cual comparte: glándulas en el ápice del peciolo.

Moringaceae comprende solamente un género, *Moringa*, dentro del cual hay 13 especies (Verdcourt, 1985; Olson, 2002a), que presentan formas diversas de desarrollarse. (Olson y Razafimandimbison, 2000; Olson, 2001a y 2001b).



Figura 1. Semillas de la Moringa (*Moringa oleífera*).

Fuente: autor, 2017

Más allá de que varían bastante en su forma, es muy simple diferenciar la Moringa de cualquier otra planta, por un conjunto de características que la hacen única (Olson, 2010). Sus especies se diferencian por tener hojas pinnadas enormes (Fig. 4), cada hoja está separada en varios folíolos ubicados sobre una estructura llamada raquis.

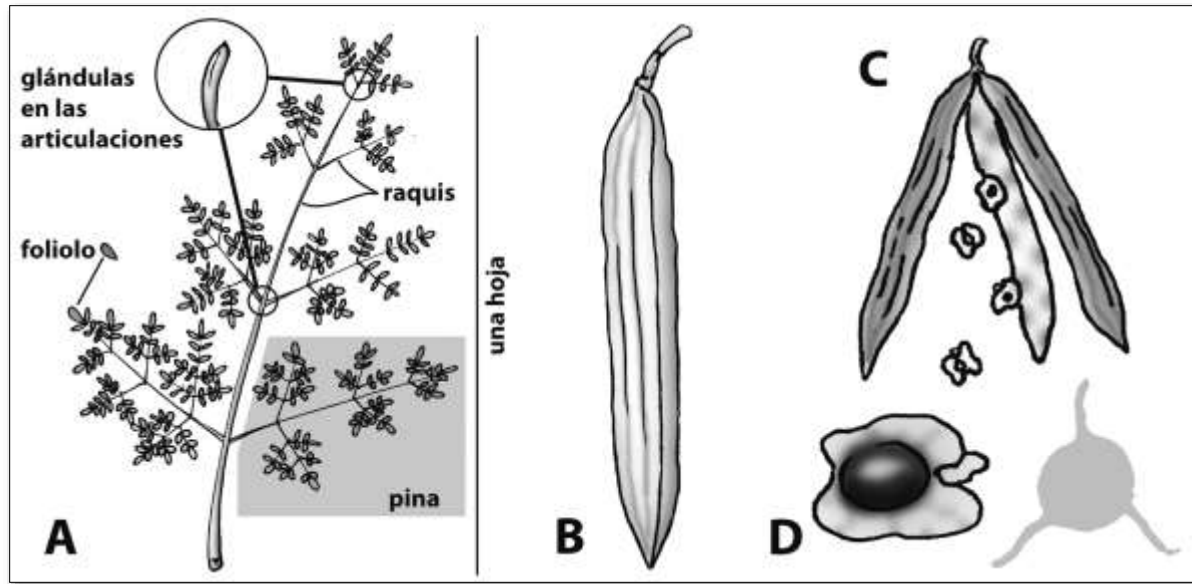


Figura 2. Características botánicas de la Moringa (*Moringa oleífera*)

A, hojas de gran tamaño, pinnadas, que pueden medir 60 cm de longitud; separadas en folíolos ubicados en un raquis. La articulación de cada raquis presenta pequeñas glándulas de 1 mm de longitud. B-D. Frutos y semillas. B, fruto, una vaina liviana, leñosa y seca, que mide de 10 cm hasta 50 cm; C, el fruto se divide en 3 partes; D, semillas de 1.5-3 cm de diámetro con un centro de color oscuro y 3 aletas de color beige; la silueta muestra la configuración de las 3 aletas. La moringa es la única planta con hojas pinnadas, con glándulas en las articulaciones, frutos con 3 valvas y semillas con 3 aletas, presente en México.

Fuente: (Olson, 2002b).

Los frutos forman una vaina leñosa y seca que mide hasta 50 cm (Fig. 3), que se abren lentamente en 3 valvas, que se separan la una de la otra por su longitud, quedando pegadas sólo en la base del fruto cuando están maduras. La gran mayoría de las semillas de *Moringa oleífera* (Fig. 1), muestran 3 aletas.

El conjunto de frutos con 3 valvas, hojas pinnadas y semillas con 3 aletas hace muy fácil reconocer una planta de *Moringa oleífera*.



Figura 3. Flores y fruto de la Moringa (*Moringa oleífera*).

Fuente: autor, 2017

Para identificar correctamente la planta, se debe ubicar las glándulas foliares, en los dos flancos de la base, en el ápice del pecíolo y en las articulaciones del raquis (Fig. 2).



Figura 4. Hojas de la Moringa (*Moringa oleífera*).

Fuente: autor, 2017

Otros rasgos de la familia, difíciles de ver, son el estilo hueco y las anteras con 2 cámaras para el polen, detalle que contrasta con las 4 cámaras que normalmente tienen las plantas con flor (Olson, 2003).

Rasgos menos visibles son los canales de goma en el centro de los tallos y elementos de vaso con láminas de perforación sin cantos (Olson y Carlquist, 2001; Olson, 2002b).

3.1.1.5. Origen, adaptación y distribución

La Moringa (*Moringa oleífera*) es una leguminosa nativa del Himalaya, India, Bangladesh, Afganistán, Pakistán y a llegando a sitios como el occidente y oriente de África al igual que a América del norte, centro y sur.

La Moringa (*Moringa oleífera*) fue llevada a América por los españoles, tras hacer trueques de plantas con la Nao de Filipinas, encontrándose registros de esta clase de envíos desde 1782 hasta 1872 (Pacheco, 2006).

La Moringa oleífera es una leguminosa que se puede cultivar en todos los países tropicales (Verdcourt, 1985).

La Moringa (*Moringa oleífera*) es una leguminosa de clima cálido. Generalmente, crece mejor a menos de 500 msnm y no es muy productiva a altitudes superiores a 1 500 msnm (Olson, 2011).

La Moringa (*Moringa oleífera*) necesita suelos bien drenados, tipo francos - francos arcillosos, no prospera en suelos arcillosos o vertisoles.

3.1.2. Composición Nutricional y Química.

En el árbol de Moringa (*Moringa oleífera*), la mayor fuente de Proteína la constituyen sus tallos (9% - 11%), ramas y hojas (23% - 27%). Sus frutos y flores son fuente de Retinol y Ácido Ascórbico. Las semillas tienen niveles superiores al 30% de aceite y su torta contiene niveles superiores al 50% de proteína.

Tabla 1.

Contenido nutritivo de las hojas – 100 g de parte comestible

Nutriente	Moringa	Otros alimentos
Vitamina A (µg)	1130	Zanahoria, 315
Vitamina C (µg)	220	Naranja, 30
Calcio (mg)	440	Leche de Vaca, 120
Potasio (mg)	259	Plátano, 88
Proteínas (mg)	6700	Leche de Vaca, 3200

Fuente: C. Gopalan et al (1994). Nutritive value of Indian Foods, Instituto Nacional de Nutrición, India.

Tabla 2.

Harina de Moringa oleífera de 54 días – Deshidratada

Indicador	Hojas	Tallos	Hojas y tallos
Materia seca, %	89.60	88.87	89.66
Proteína (N x 6.25)	24.99	11.22	21.00
Extracto etereo, %	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

Indicador	Hojas	Tallos	Hojas y tallos
TDN	63.72	45.17	55.12
Energía digestible, Mcal/kg MS	2.81	1.99	2.43
Energía Metabolizable, Mcal/kg MS	2.30	1.63	1.99

Fuente: Montesinos, S. 2010. Moringa oleífera un árbol promisorio para la ganadería. Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA).

Se realizaron pruebas de laboratorio in vitro e in vivo. Los valores de factores anti nutricionales, como taninos y saponinas, son muy bajos y no se han registrado inhibidores de tripsina ni de lectina.

En pruebas de laboratorio con materia seca se determinó un 10% de azúcares y 9,5 MJ/kg de energía metabolizable en las hojas. La proporción entre las muestras de hojas y tallos se mantiene 45 % a 55 % determinados por la calidad de fertilización y la edad de la planta (Foidl, N. 1998).

Tabla 3.

Composición nutricional promedio de los diferentes componentes de *Moringa oleífera*.

Componentes	PC(%)	MO(%)	FDN(%)	CEN(%)
Hojas	18.1	87.8	32.0	7.5
Tallo y Ramas	4.6	89.2	66.7	6.3
Raiz	4.6	88.9	39.4	7.9

PC, Proteína cruda (Nitrógeno total x 6.25); MO, materia orgánica; FDN, fibra detergente neutro; CEN, Cenizas.

Fuente: Ordoñez J. 2017. Establecimiento de un banco de forraje de Moringa oleífera para la alimentación de ovinos de pelo en el sur de Quintana Roo.

Tabla 4.

Composición química de M. oleífera de 288 semanas de edad.

Indicador	Hojas y Tallos	
	Jóvenes	Desarrollados
Materia seca (%)	66.86	34.90
Proteína (%)	21.59	26.74
Extracto etéreo (%)	3.73	3.80
Ceniza (%)	9.83	10.63
Energía metabolizable (Mcal/kg MS)	2.99	2.93
Energía metabolizable (Mcal/kg MS)	2.45	2.39

Fuente: Garavito, U. 2008. Moringa oleífera, alimento ecológico para ganado vacuno, porcino, equino, aves y peces, para alimentación humana, también para producción de etanol y biodiesel.

La estructura química varía según la parte de la planta (Garavito, 2008); este investigador determino los niveles más altos de proteína y energía metabolizable en las hojas y el menor valor de fibra cruda.

Tabla 5.

Composición química de M. oleífera de 8 semanas.

Indicador	Hojas	Tallos	Hojas y tallos
Materia seca (%)	89.60	88.87	89.66
Proteína (%)	24.99	11.22	21.00
Extracto etéreo (%)	4.62	2.05	4.05
Fibra cruda (%)	23.60	41.90	33.52
Ceniza (%)	10.42	11.38	10.18
Extracto no nitrogenado (%)	36.37	33.45	31.25
Energía digestible (Mcal/kg MS)	2.81	1.99	2.43
Energía metabolizable (Mcal/kg MS)	2.30	1.63	1.99

Fuente: Garavito, U. 2008. Moringa oleífera, alimento ecológico para ganado vacuno, porcino, equino, aves y peces, para alimentación humana, también para producción de etanol y biodiesel.

García, (2009) estudio la Moringa oleífera en las etapas de establecimiento, crecimiento rápido y endurecimiento, así como en la etapa de producción de biomasa para ofrecerla a los animales como

complemento alimentario, y concluyeron que es un forraje que hay que tener en cuenta en los sistemas de producción ganaderos de Venezuela.

3.1.3. Usos de la Moringa (*Moringa oleífera*).

3.1.3.1. Alimento para Rumiantes

La Moringa (*Moringa oleífera*) como alimento para rumiantes; cuando se suministra por primera vez, es indispensable un periodo de tiempo para acondicionamiento, combinándolo con otros forrajes o suplementos de consumo habitual. La Moringa (*Moringa oleífera*) puede emplearse como un complemento proteico o como alimento exclusivo si se desea.

No se observó reducción en la producción de leche, en rumiantes alimentados con concentrado y pastoreo, los cuales se cambiaron a alimentación con Moringa (*Moringa oleífera*) y pastoreo. No se presentaron inconvenientes de palatabilidad. El costo de la Moringa (*Moringa oleífera*) es de un 10% con respecto al concentrado (Foidl, N. 1998).

Nouala, (2006) concluyo que las hojas de Moringa (*Moringa oleífera*) constituyen una alternativa para el complemento proteico en los sistemas de producción con rumiantes en África Occidental y puede ser utilizado como suplemento de dietas basadas en residuos de cultivos / malos forrajes. En Combinación con concentrado, pueden mejorar aún más la eficacia de la utilización del concentrado.

González, (2015) afirma que la Moringa (*Moringa oleífera*) es una alternativa nutricional para los sistemas de producción caprinos (Raza Alpina) en áreas tropicales, suministrar el 20% de Moringa (*Moringa oleífera*) en la ración, mantiene el equilibrio metabólico de los caprinos.

Sultana, (2015) concluye que el follaje de Moringa (*Moringa oleífera*) puede ser utilizado como alternativa para reemplazar el concentrado convencional en la dieta de cabras en crecimiento por su alto nivel de proteínas y la gran digestibilidad de los nutrientes. Se recomienda reemplazar con follaje de Moringa (*Moringa oleífera*) el 75% del concentrado convencional. Es un complemento proteico menos costoso para las cabras.

Meza *et al.* (2016) define la Moringa oleífera como una de las plantas de mayor importancia global para la nutrición animal, por su mayor contenido de proteína cruda y menor porcentaje de fibra frente a otras plantas como *Cenchrus ciliaris*, *Dichanthium annulatum*, *Sorghum halepense*.

3.1.3.2. Alimento para otras especies animales

La Moringa (*Moringa oleífera*) es un alimento recomendado para sistemas de producción porcinos por los niveles de proteína que demandan. En equinos, camellos y aves ha mostrado buenos resultados. Se han registrado ganancias significativas de peso vivo, mayor producción de leche y mejores pesos en crías al nacimiento: los resultados son más evidentes en animales con carencias nutricionales. Se puede suministrar, fresca o liofilizada, se combina con otros componentes del alimento elaborado: el fresco para consumo inmediato y el liofilizado se puede almacenar por tiempo prolongado (*Montesinos, 2010*).

3.1.3.3. *Abono Verde*

Fugliee (2000), reporta el uso de la Moringa (*Moringa oleífera*) como abono verde, el cual transforma favorablemente los suelos. Inicialmente se ara y se siembra (semilla) a una profundidad máxima de 2 cm, con una densidad de 10 x 10 cm. Pasados 25 días, las plántulas son incorporadas con el arado al suelo. El suelo se alista nuevamente para cultivar.

3.1.3.4. *Sistemas Agroforestales*

La Moringa (*Moringa oleífera*) se usa en proyectos de reforestación, por su rápido desarrollo y la transformación favorable de suelos. Se emplea en la recuperación de suelos áridos y semiáridos, por una característica muy importante de su raíz principal; es un reservorio de agua en época de poca lluvia. Por sus cualidades puede usarse en proyectos agroforestales, alternando plantas de moringa con otros árboles o forrajes. Las hojas de esta leguminosa pueden emplearse para fertilizar suelos en zonas de cultivos, por su contenido de zeatina y citoquinina que combinadas con fenoles, ascorbatos, Ca, K, y Fe mejora la transformación positiva del suelo. La Moringa (*Moringa oleífera*) contiene sustancias químicas (aleloquímicos) que pueden actuar como insecticida, permitiendo su uso para control biológico de plagas (Ashfaq et al. 2012).

3.1.3.5. *Cerca Viva y Cortina Rompevientos*

Croess y Villalobos (2008) afirmaron que la Moringa (*Moringa oleífera*) es una planta muy diseminada en zonas con escasas precipitaciones y poca agua. Se usa como cortina rompevientos

para evitar la erosión o el daño a cultivos y como cerca viva para proveer forraje y dividir potreros. Esta planta se puede sembrar intercalada con otros cultivos porque tiene pocas raíces laterales y aporta poca cobertura, permitiendo el paso de la luz solar (Becker y Nair, 2004).

Según Bosh (2009), la Moringa (*Moringa oleífera*) es una opción para masificar el uso de cercas vivas en los sistemas de producción con rumiantes, reduciendo los costos para obtener postes, dividir los potreros y optimizar el uso de forrajes.

3.1.4. Establecimiento

Según García Roa (2003), esta planta puede reproducirse mediante reproducción sexual y asexual. Cuando la finalidad del cultivo es la producción de forraje, la opción más usada es la reproducción sexual. Las semillas se siembran manualmente a 2 cm de profundidad y germinan 10 días después. La cantidad de semillas por kg varía de 4 000 a 4 800 unidades y un solo árbol puede producir de 15 000 a 25 000 semillas por año. Las semillas germinan después de cinco a siete días de sembradas. La semilla tiene un porcentaje del 90% de germinación, no necesita procesos pregerminativos. Su porcentaje de germinación disminuye cuando se almacena más de sesenta días (Sharma y Rains, 1982).

La reproducción asexual se hace por estacas de 1 a 1,40 m de largo, (Ramachandran *et al.*, 1980), aunque para ser plantados en zonas con escasas precipitaciones y poca agua conviene sembrar el árbol por semilla, porque las raíces son profundas y fuertes. En árboles propagados asexualmente,

encontramos los primeros frutos a los 180 días, este tiempo puede variar dependiendo de las condiciones del suelo.

Las plantas cultivadas para producción de forraje se deben cortar para limitar el desarrollo de la copa e impulsar el crecimiento de ramas nuevas (Ramachandran *et al.*, 1980). Posterior al corte brotan entre cuatro a ocho ramas nuevas (Nautiyal y Venhataraman, 1987).

3.1.5. Producción de Forraje Verde

La Moringa (*Moringa oleífera*) se puede emplear en programas para la producción de forraje (Reyes *et al.* 2006; Anjorin *et al.* 2010) por su nivel de nutrientes. Pruebas en Centroamérica han determinado una densidad mínima de 500 plantas/ha, para producir 210.000 kg de forraje/ha/año (Pérez, 2010), con propiedades antihelmínticas, sinergismo de suma o de potenciación con medicamentos, condicionador metabólico contra enfermedades permanentes o endémicas, buena fuente de proteínas y micronutrientes (ONF 2012).

Foidl, (1998) considera la densidad de 100 plantas/m², óptima para producir forraje de buena calidad, a bajo costo y buen control de malezas, en condiciones óptimas de suelo y lluvias. Una densidad mayor (más de 100 plantas/m²), desencadena una interacción entre las plantas por la luz (fototropismo) afectando entre el 20% y 30% de plántulas por corte, afecta el grosor de los tallos y nuevas ramas, disminuyendo la producción de forraje por área, aun así, se pueden obtener buenas cantidades de forraje verde como consecuencia de la mayor densidad.

La Moringa (*Moringa oleífera*) se puede cultivar en canteros, en pequeñas o grandes áreas según las necesidades de forraje y a la capacidad de manejo. Para sistemas de producción pequeños, se recomienda reproducir la Moringa (*Moringa oleífera*) de forma asexual, para cosechar las ramas nuevas, las cuales se deben cortar entre la 5 y 7 semana, dependiendo de la calidad del suelo y de las precipitaciones en el área. El establecimiento del cultivo se debe realizar en forma gradual para tener una oferta continua de forraje fresco (Pérez, Sánchez, Armengol & Reyes 2010). El forraje, ramas, hojas y tallos se corta y se ofrece a los animales, llegando a consumir hasta 27 kg de Material fresco/animal/día (Foidl, N. 1998).

Tabla 6.

Crecimiento de M. oleífera a 150 días después del trasplante en diferentes densidades de plantación.

Parámetros	Densidad de plantación (plantas / ha)		
	5,000	6,667	10,000
Altura total (cm)	204.6 a	178.2 b	132.6 b
Diámetro del tallo (mm)	34.2 a	25.2 b	21.5 b
Número de hojas	34.3 a	13.0 b	9.8 b
Número de ramas	5.5 a	1.1 b	0.5 b

Fuente: Ordoñez J. 2017. Establecimiento de un banco de forraje de *Moringa oleífera* para la alimentación de ovinos de pelo en el sur de Quintana Roo.

La Producción de materia seca varía desde 26000 hasta 34000 kg/ha/corte para densidades de 0.0095 y 1600 plantas/m², las pérdidas posteriores al corte son mínimas con densidades de hasta 100 plantas/m² (Pérez, 2010).

3.1.6 Factores Antinutricionales

Referente a factores antinutricionales los niveles registrados de taninos (1.4%) en las hojas son mínimos y no presenta taninos condensados, los fenoles en esta proporción no generan reacciones adversas. Los niveles de saponinas (5%) son inocuos (Foidl, 1998). No se han registrado toxinas vegetales (glucósidos cianogénicos), ni actividad de inhibidores de serín-proteasas (inhibidores de tripsina), enzima hidrolasa (amilasa) y lectinas (Valdez, 2012).

La densidad normal de taninos es de 2-4% ms; densidades entre 5-9% ms disminuyen la digestibilidad del forraje en el rumen, porque disminuye la actividad bacteriana y fúngica; si sobrepasa el 9% es mortal; cuando el nivel de taninos es superior al 5% en la leguminosa afecta desfavorablemente el consumo del forraje (Lascano, 1996). Barry (1986) determinó que los taninos hacen más eficiente la digestión de nitrógeno, pero afectan la digestión de los carbohidratos.

Al suministrar forrajes con densidades altas de taninos condensados, se presenta una reducción en el consumo (Ramos, 1998). Los taninos tienen la capacidad de hacer descender la proteína salival hasta recubrir la mucosa de las membranas de la cavidad oral, esto genera constricción y sequedad que reduce la palatabilidad y repercute en un menor consumo de forraje (Leinmüller, 1991) afectando la productividad de los rumiantes (Butter, 1999). Densidades altas de taninos disminuyen el consumo *Ad libitum* y la degradación proteica en rumen, pero mejora el movimiento y absorción de Nitrógeno en el intestino delgado (Carulla, 2001).

La relación en rumiantes, entre digestibilidad del Forraje y la densidad de taninos es desfavorable cuando la densidad de taninos es alta (> 40 g/kg de materia seca), por el contrario si la densidad de taninos condensados es baja (entre 10 y 40 g/kg de materia seca) la relación es favorable (Butter, 1999).

Al aumentar la densidad de taninos condensados en el forraje, se registra una disminución constante en el aumento diario de peso en rumiantes (Leinmüller, 1991).

La producción de CH₄ (metano), originada por el suministro de forrajes de baja calidad nutricional a rumiantes, puede ser minimizada suministrando forrajes con bajas densidades de taninos (Sliwinski, 2002; Hess, 2003; Puchala, 2005).

Las saponinas interfieren con la absorción de nutrientes en los no-rumiantes, en los rumiantes no sucede esto porque las bacterias del rumen se encargan de degradarlas (Araujo, 2008).

Los inhibidores de la tripsina (IT) presentes en algunas semillas, interfieren con la absorción de nutrientes en los no-rumiantes, afectando el desempeño normal de las enzimas proteolíticas pancreáticas; en los rumiantes no ocurre esto, la fermentación ruminal es normal. Concentraciones muy altas de inhibidores de la tripsina (IT), podrían traspasar el rumen y llegar al intestino delgado afectando a los rumiantes. Si se dejan las semillas en remojo disminuyen los inhibidores de la tripsina (3-13%) (Hossain y Becker, 2002).

Las lectinas intervienen en el metabolismo sistémico, afectan el sistema inmunológico y alteran el catabolismo de los tejidos. Las lectinas son proteínas que interactúan con azúcares en la mucosa intestinal, disminuyen la digestión de los alimentos y aumenta la producción de proteína celular y la producción de mucina. (Hossain y Becker, 2002).

3.1.7 Fisiología digestiva de los rumiantes.

Los rumiantes tienen la capacidad de alimentarse de gramíneas y leguminosas.

Esta cualidad se fundamenta en la capacidad de digerir (hidratos de carbono estructurales) celulosa, hemicelulosa y pectina, muy poco digeribles para las especies no-rumiantes. Como consecuencia de esta cualidad, la fisiología digestiva del rumiante es diferente de los no rumiantes (monogástricos). La digestión del forraje se realiza principalmente por procesos fermentativos y no por la acción enzimática. Estos procesos fermentativos son realizados por microorganismos que normalmente se encuentran en sus divertículos estomacales (DE), retículo (red o redcilla), rumen (panza), omaso (librillo) y abomaso (cuajar). Es muy importante entender que para alimentar un rumiante, es primordial alimentar los microorganismos rúmales, y para que los microorganismos cumplan con su función deben estar en un medio ruminal propicio para su desarrollo, generando así una asociación entre los microorganismos y el rumiante para beneficiarse mutuamente (Relling y Mattioli, 2003).

Este proceso fermentativo, le permite al rumiante degradar carbohidratos, pero procesa de igual forma todos los componentes de la dieta, convirtiéndose en una desventaja para aprovechar el alimento al 100% (Relling y Mattioli, 2003).

En un bovino adulto el 75 % de la cavidad abdominal está ocupada por el estómago y constituye el 30 % del peso vivo del animal, incluido su contenido. El estómago está conformado por cuatro compartimientos: 1) retículo, 2) rumen, 3) omaso y 4) abomaso. Solo el abomaso es glandular y funciona como el estómago de los monogástricos, los otros 3 compartimientos están recubiertos por epitelio queratinizado y no posee glándulas (Relling y Mattioli, 2003).

La digestión en los rumiantes está condicionada, a un medio propicio para los microorganismos que realizan el proceso fermentativo. El rumiante debe mantener un medio ideal para el crecimiento y multiplicación de microorganismos a nivel del retículo y rumen, que se define como un gran medio de cultivo. Las características que deben tener el retículo y rumen para proporcionar el medio propicio a los microorganismos son: fácil acceso al alimento, aporte de nutrientes, eliminación de desechos del sistema, temperatura, pH, anaerobiosis, presión osmótica, (Relling y Mattioli, 2003).

La rumia es el proceso de masticar por segunda vez el contenido del rumen para hacer más pequeñas las porciones de alimento y facilitar la acción de los microorganismos. El proceso de rumia es estimulado por las características del alimento, el contenido de fibra en el alimento es muy importante. Otros estimulantes para el proceso de rumia son la oscuridad, el tiempo de

descanso o sueño y los períodos de lactancia. El tiempo de rumia puede ir de 0 hasta 10 horas por día, variando según el porcentaje de fibra presente en el forraje. (Relling y Mattioli, 2003).

La digestión fermentativa es realizada por protozoos, bacterias y hongos. Las bacterias son los microorganismos ruminales esenciales para el rumiante. Sin importar el nivel proteico del forraje, la mayor cantidad de proteína que se encuentra a nivel intestinal es de origen bacteriano. El nivel de proteína de origen bacteriano que alcanza el intestino está condicionado al nivel de energía de la dieta y del equilibrio con el aporte nitrogenado. El rumiante recircula la urea, para suministrar continuamente nitrógeno a los microorganismos presentes en el rumen. Un porcentaje de las necesidades de proteína del rumiante pueden ser suplidas con un suministro de nitrógeno de origen no proteico. Los forrajes no tienen altos porcentajes de lípidos, pero sí contienen ácidos grasos esenciales (Relling y Mattioli, 2003).

Las gramíneas o leguminosas que sirven como forrajes, suministran generalmente niveles adecuados de proteínas. No obstante, esas proteínas tienen mayor disponibilidad ruminal, siendo degradadas muy rápidamente y convirtiéndose en fuente de amonio (NH_4^+) para sintetizar proteína de origen bacteriano (Relling y Mattioli, 2003).

Las gramíneas y leguminosas frescas, contienen aproximadamente el 5% +/- de lípidos. Los lípidos se dividen en fosfolípidos y glucolípidos de membrana, donde sobresalen los galactolípidos, por su contenido de ácidos grasos esenciales. También encontramos lípidos sin algún valor nutritivo, como ceras y cutina. El nivel de ácidos grasos en las gramíneas y leguminosas frescas es aproximadamente del 9% +/- de la materia seca (MS), en pastos henificados el nivel de ácidos

grasos es del 0,5 a 1 % +/- de la materia seca (MS), en periodos de escasas lluvias (Relling y Mattioli, 2003).

Si hacemos referencia a consumo de alimento en animales de producción, hay que resaltar la relación entre saciedad y apetito. En los sistemas de producción animal, los kg de leche, los kg de carne o lana, dependen del consumo de materia seca por animal. En sistemas de producción con rumiantes la digestibilidad del forraje tiene una función primordial en la regulación. Si la digestibilidad del forraje es menor al 68% ocurre el “llenado”. Cuando la digestibilidad del forraje es mayor al 68% la regulación es “quimostática”, la cantidad de alimento (kg MS) disminuye, pero los niveles de energía ingeridos se mantienen constantes, llamada también regulación central (Relling y Mattioli, 2003).

3.2 Marco conceptual.

Alimentar rumiantes para producir carne o leche, no es una actividad artesanal donde se aplican conocimientos adquiridos empíricamente. La alimentación de rumiantes en sistemas de producción, está diseñada según su fisiología y requerimientos nutricionales. Estos requerimientos son idénticos en un sistema silvopastoril o en un sistema de producción intensivo, donde los rumiantes consumen concentrados o dietas total o parcialmente mezcladas. El nivel nutricional marca la diferencia entre cualquiera de los dos sistemas de producción y en la conversión obtenida a la hora de producir carne, leche o lana. El consumo de alimento puede verse afectado por: altos niveles de energía (fisiológico), altos contenidos de fibra, producen una tasa baja de digestión, el periodo de retención de los alimentos en el rumen se incrementa, reduciendo el aporte de energía

en rumen. La Moringa oleífera es una buena alternativa para suministrar proteína a los rumiantes, con 25.1 % de PB en MS y disponibilidad del 47% de proteína sobrepasante y una digestibilidad in vitro del 79% de materia seca. (Alemán, 2004).

3.2.1 Definiciones

- **Abono verde:** Se llama así a las plantas que se cortan y entierran en el mismo sitio de cultivo, para aportar nutrientes y optimizar las condiciones físicas del suelo, manteniendo o aumentando el contenido de humus. (Colacelli. 2002).
- **Ad-libitum:** elige libremente o consumo a voluntad (Bavera, 2000).
- **Alimento balanceado comercial o concentrado:** *aquellos que se suministran para mejorar el consumo de energía o la relación entre la masa y volumen de la ración. Puede incluir alimentos con alto porcentaje energético por unidad de Materia Seca y con niveles inferiores de 20 % de Proteína Bruta. (Parsi, 2001).*
- **Barrera Rompevientos (Cortina Rompevientos):** *son estructuras conformadas por árboles de distintas especies (forrajeras o maderables) ubicados de forma continua para afrontar de forma perpendicular las corrientes de aire o vientos, con la finalidad de proteger áreas determinadas de la erosión o el frío. (Porcile J, 2008).*
- **Bloque nutricional:** *Es un suplemento nutricional que permite suministrar urea a los animales como fuente de proteína, minerales y energía en forma lenta y segura. (Cardona J.F 2013).*

- **Cerca viva:** *Son árboles y/o arbustos sembrados de forma continua para dar soporte al alambre de púas o liso, delimitando una propiedad o marcando los linderos entre predios. (Villanueva C, 2005).*
- **Degradabilidad:** *Propiedad de una sustancia para dividirse en elementos menos complejos y de fácil asimilación. (Rodríguez Milord D 1995).*
- **Digestibilidad:** *Es el porcentaje de alimento no excretado, que se determina como absorbido durante el proceso de Digestión (Lausin, 2014).*
- **Energía metabolizable:** *Representa la energía digestible (digestible energy) menos la energía que se pierde por la orina (urea en los mamíferos y ácido úrico en las aves) y, en el caso de los rumiantes, por los gases de digestión (metano en particular) que se producen en el rumen y en el intestino grueso (Ferri C, 2015).*
- **Ensilaje:** *Procedimiento para conservar las características nutricionales del forraje, con pérdidas mínimas en materia seca y sin la formación de productos tóxicos que alteren la salud o producción de los animales (Alterbio S.A. 2012).*
- **Factor antinutricional:** *Sustancias naturales que inhiben la utilización de los nutrientes o tienen la propiedad de degradarlos (Adrian, J, 2000).*
- **Fermentación ruminal:** *es un proceso metabólico realizado por microorganismos ruminales (Van Lier Sanders E, 2008).*
- **Fibra detergente ácida:** *Es un Material que no se deja disolver, ni diluir en una mezcla detergente ácida, conformada por lignina, celulosa y otros elementos en menor proporción como minerales y/o nitrógeno. La fibra detergente neutra y fibra detergente ácida difieren en el contenido de hemicelulosa (Ferri C, 2015).*

- **Fibra detergente neutra:** *Es un Material que no se deja disolver, ni diluir en una mezcla detergente neutra, conformada por lignina, celulosa, hemicelulosa y otros elementos en menor proporción como residuos de cenizas, almidón y nitrógeno. (Ferri C, 2015).*
- **Fitomasa:** *Son todos los elementos vegetales existentes, que junto con los elementos animales (zoomasa), constituyen la biomasa. La fitomasa conforma el 99% de la biomasa. (Andi G.L, 2015).*
- **Forraje:** *Alimentos herbáceos o arbustivos que son utilizables para pastoreo o pueden ser cosechados y/o conservados para la alimentación animal. Partes comestibles de plantas, con la exclusión de los granos cosechados, que pueden proveer alimento para los animales en pastoreo o que pueden ser cosechadas para ser utilizados en la alimentación (Ferri C, 2015).*
- **Ganancia diaria de peso:** *son los gramos de peso que gana un animal diariamente y se calcula usando una división. Los animales se deben pesar cuando nacen, cuando se destetan, al iniciar el periodo de levante y posteriormente cada mes o trimestre. La ganancia de peso entre un periodo y otro se divide entre el número de días de ese periodo y obtenemos la Ganancia Diaria de Peso. (CONtexto ganadero, 2016).*
- **Materia seca:** *Residuo luego de la remoción de la humedad del forraje, por secado hasta peso constante, en su defecto durante 24 horas, a una temperatura mayor al punto de ebullición para el agua (Ferri C, 2015).*
- **Palatabilidad:** *El término palatabilidad tiene distintas acepciones. Para algunos*
- *autores, un alimento palatable es aquel placentero a los sentidos del gusto, olfato y tacto. Para otros, la palatabilidad comprende todas aquellas características (ej., químicas, estructurales) de una planta que pueden modificar su aceptabilidad por parte de los*

herbívoros. En estas interpretaciones, el término palatabilidad fue considerado como una característica independiente de las consecuencias postingestivas causadas por una comida en el tracto gastrointestinal.

- *Por el contrario, los que sostienen que la selección de la dieta es en base a consecuencias postingestivas, argumentan que el término palatabilidad debiera ser definido funcionalmente como la interacción entre el sentido del gusto y la estimulación causada por un alimento en el tracto gastrointestinal. Dicha interacción sería determinada en última instancia por el estado fisiológico del animal en relación con las características químicas que presenta un alimento.*
- *De esto se desprende que la palatabilidad no es un término fijo, sino funcionalmente integrado a las condiciones metabólicas actuales del animal (Ferri C, 2015).*
- **Rumiante:** *Mamíferos herbívoros que tienen un estómago complejo, compuesto de cuatro cavidades digestivas (rumen, redécilla, omaso, abomaso) y realizan rumia (rumia) (Ferri C, 2015).*
- **Silvopastoreo:** *es la integración en los sistemas de producción con rumiantes de árboles (maderables, forrajeros o nativos), forrajes (gramíneas o leguminosas) y animales, donde ocurre una simbiosis entre animales y flora con mínimo impacto ambiental (EcuRed, 2018).*
- **Sistemas agroforestales:** *Se define como la Implementación de avances tecnológicos en sistemas de producción donde se busca optimizar el uso de la tierra, reducir periodos de producción, mantener los niveles de producción y minimizar el impacto ambiental. Los sistemas agroforestales buscan solucionar problemas generados por el uso*

indiscriminado de recursos naturales reduciendo el impacto ambiental y mejorando la calidad de vida de las áreas de influencia. (EcuRed, 2018).

- **U.G.G:** *La Unidad de Gran Ganado (UGG) o Unidad Animal (UA) es una expresión que se usa para referirse a un rumiante (vaca - 450 kg o un novillo - 500 kg) a la hora de realizar cálculos para determinar el consumo de Forraje verde, materia seca o determinar la capacidad de carga de un área o potero (ABC del Finkero, 2012).*

3.3 Marco Legal.

- Resolución 1056 de 1996 - ICA. Control técnico de los Insumos Pecuarios
- Resolución 1698 de 2001 – ICA. disposiciones sobre productores de alimentos para animales con destino al autoconsumo.
- NTC 2030 - *Alimento concentrado para rumiantes productores de leche.*
- NTC 421, *Alimentos para animales. Empaque y rotulado.*
- NTC 740, *Alimentos para animales. Toma de muestras.*
- NTC 1232, *Método de análisis de Aflatoxinas de ocurrencia natural: B1, B2, G1, G2*
- NTC 4458, *Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de Coliformes o Escherichia coli o ambos. Técnica de recuento de colonias utilizando medios fluorogénicos o cromogénicos.*
- NTC 4574, *Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Método horizontal para la detección de Salmonella spp.*
- NTC 4647, *alimento para animales. Preparación de las muestras de ensayo.*
- NTC 4648, *Alimentos para animales. Determinación de ceniza cruda.*

- *NTC 4657, Alimento para animales. Determinación del contenido de nitrógeno y cálculo del contenido de proteína Kjeldahl.*
- *NTC 4838, Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de Clostridium sulfito reductores e identificación de Clostridium perfringens – técnicas de recuento de colonias.*
- *NTC 4881, Método de análisis de zearalenona de ocurrencia natural.*
- *NTC 4888, Alimentos para animales. Determinación del contenido de humedad y materia volátil.*
- *NTC 4969, Alimentos para animales. Determinación del contenido de grasa.*
- *NTC 5122, Alimentos para animales. Determinación del contenido de fibra cruda. Método con filtrado intermedio.*
- *ISO 6654, Animal Feeding Stuffs. Determination of Urea Content.*
- *ISO 13906, Animal Feeding Stuffs. Determination of Acid Detergent Fibre (ADF) And Acid Detergent Lignin (ADL) Contents.*
- *ISO 16472, Animal Feeding Stuffs. Determination of Amylase- Treated Neutral Detergent Fibre Content.*
- *AOAC 967.07, Urea In Animal Feed. Colorimetric Method.*
- *AOAC 973.18, Fiber (Acid Detergent) and Lignin in Animal Feed.*
- *AOAC 995.15, Fumonisin B1, B2, and B3 in Corn. Liquid Chromatographic Method.*

4. Resultados y Análisis.

4.1 La Moringa (*Moringa oleífera*) en la alimentación de rumiantes.

Las limitaciones nutricionales de la mayoría de los residuos de cultivos, son el bajo contenido de nitrógeno (N), la mala digestión y baja ingesta, de manera que el rendimiento productivo de los animales tropicales es a menudo bajo. Se ha reconocido que la ingesta y la eficiencia de utilización de los residuos de los cultivos están influenciadas por la tasa de fermentación ruminal (Van Soest 1982) y el equilibrio de nutrientes absorbidos en los intestinos. La mejora del valor nutritivo, la eliminación de las limitaciones nutricionales de la fermentación ruminal y un suministro equilibrado de nutrientes a los animales darían como resultado un aumento de la productividad animal. La suplementación con mezclas de concentrados, incluyendo granos de cereales, salvado de cereales o harinas de semillas oleaginosas ha dado como resultado un aumento de la ingesta en sistemas de producción intensiva y ha sido objeto de varias excelentes revisiones, incluyendo la de Bangani et al (2000). Sin embargo, estos suplementos a menudo no se suministran debido a su poca disponibilidad y su alto costo.

Se ha sugerido el uso de leguminosas forrajeras como suplemento, como alternativa al uso de concentrado (Jones 1979; Ndemanisho 1996; Roothaert y Paterson, 1997). Sin embargo, muchas leguminosas forrajeras tropicales contienen compuestos vegetales secundarios como taninos,

saponinas, cianógenos, mimosina y cumarinas, que limitan la utilización de nutrientes (Leng, 1997; Makkar, 1993).

La Moringa (*Moringa oleífera*) Lam un árbol polivalente no leguminoso con una alta proteína cruda en las hojas (251 g / kg MS) y un contenido despreciable de taninos y otros compuestos anti-nutritivos (Makkar y Becker 1996) y ofrece por lo tanto una fuente alternativa de proteínas para los rumiantes donde quiera que prosperen. (Nouala F S, Akinbamijo O O, Adewumi A, Hoffman E, Muetzel S and Becker K 2006)

Un rápido desarrollo, producción de biomasa de excelente calidad, bajo contenido de componentes anti-nutricionales, determinan que es una buena alternativa para los sistemas de producción ganaderos ecológicos y adicionalmente aporta nutrientes al suelo, ayudando a su conservación. (Casanova L, Fernando et all, 2018)

Tabla 7.

Resultados de trabajos de investigación y/o artículos relacionados con la *Moringa oleífera* como suplemento nutricional en rumiantes.

Autor	Titulo	Resumen	Resultados
Sarwatt S V, Kapange S S and Kakengi A M V. 2002	La sustitución de la torta de semillas de girasol por hojas de <i>Moringa oleífera</i> alimentación suplementaria de cabras en Tanzania.	Sarwatt (2002), investigó: el efecto de reemplazar la torta de semillas de girasol con algunos porcentajes de <i>Moringa oleífera</i> y a su vez la ingesta, la digestibilidad y el desarrollo musculo esquelético, de cabras pequeñas de África oriental en Morogoro- Tanzania. Las proporciones de <i>Moringa oleífera</i> y torta de semillas de girasol en los tratamientos fueron 0: 100, 25:75, 75:25 y 100: 0.	La disminución del nivel de torta de semilla de girasol y su sustitución por la harina de hoja de <i>Moringa oleífera</i> aumentó la ingesta voluntaria de materia seca con cabras, particularmente entre el 25-50% de <i>Moringa oleífera</i> y concluyó que el porcentaje de sustitución del 50%, presenta los mejores resultados económicos.
Sarwatt S V, Milang'ha M S, Lekule F P and Madalla N. 2004	Moringa oleífera y torta de algodón como suplementos para vacas lecheras de pequeños agricultores alimentados con pasto elefante.	Sarwatt (2004), reporta: Experimento 1 - Las vacas fueron alimentados ad libitum una alimentación basal compuesta de pasto elefante picado (<i>Pennisetum purpureum</i>) y una de las mezclas de concentrados. Experimento 2 - Cuatro vacas lecheras equipadas con cánulas en rumen permanente fueron alojados individualmente y alimentados con una dieta compuesta de paja de arroz ad libitum mezclada con urea, se concentran (333g torta de semilla de algodón: 667 g / salvado de maíz kg) y 150 g de minerales. La mezcla de concentrado se ofreció a	La harina hecha de las hojas secadas al sol de <i>Moringa oleífera</i> (MOLM) parecía ser ligeramente superior en valor a la torta de algodón para la producción de leche, mientras que las combinaciones de los dos suplementos en la proporción de 40MOLM: 60CSC eran superiores al suplemento alimenticio solo.

Autor	Titulo	Resumen	Resultados
Nouala F S, Akinbamijo O O, Adewumi A, Hoffman E, Muetzel S and Becker K. 2006	La influencia de las hojas de <i>Moringa oleífera</i> como sustituto del concentrado convencional en la producción de gas in vitro y la digestibilidad del heno de cacahuete.	<p>los 2 kg / vaca / día en cantidades iguales en 0800 y 1600 horas.</p> <p>Nouala (2006), trabajó con tres toros cruzados de 6 años de edad y equipados con cánulas permanentes en rumen para la producción de gas. Los toros fueron encerrados individualmente y alimentados con maíz, suplementado con una mezcla concentrada al 20%.</p> <p>El concentrado convencional consistía en una mezcla de torta de cacahuete y arroz Salvado (1: 1). La dieta basal era heno de cacahuete. Se probaron cuatro suplementos diferentes. La mezcla concentrada sola (Co), <i>Moringa oleífera</i> (Mo), y dos combinaciones de concentrado y <i>Moringa oleífera</i>, p / p, es decir, 75:25 (C75) y 50:50 (C50).</p>	<p>Al reemplazar con <i>Moringa oleífera</i> un 25% del total del concentrado se mejora el aporte nutricional y reduce costos de alimentación.</p> <p>La <i>Moringa oleífera</i> podría reemplazar los concentrados en un 50% y no afecta la actividad en el rumen.</p>
García et al. 2008	Caracterización nutritiva del follaje de seis especies forrajeras con énfasis en sus perfiles polifenólicos.	Se realizó un ensayo para analizar los parámetros de degradabilidad ruminal de Materia Seca (a, b, a+b y c), degradabilidad de Materia Seca, Proteína Cruda y Fibra Detergente Neutra a los 2 días y la digestibilidad a nivel intestinal de la Proteína Cruda en ovinos alimentados con leguminosas y otras forrajeras en el estado Trujillo, Venezuela.	El forraje obtenido de E. contortisilicum, M. oleífera, M. alba y T. gigantea constituye una alternativa muy viable para la alimentación de rumiantes por sus bajas concentraciones de factores antinutricionales y muestran una mayor degradabilidad a nivel del rumen.

Autor	Titulo	Resumen	Resultados
			Todas las plantas forrajeras analizadas, son buenas alternativas para suplementar ovinos en el trópico.
García et al. AIA. 2009	Caracterización químico-nutricional de forrajes leguminosos y de otras familias botánicas empleando análisis descriptivo y multivariado.	Se analizaron 20 plantas forrajeras, en cinco oportunidades, para caracterizarlas a nivel químico y nutricional. Las plantas leguminosas: Pithecellobium pedicellare, Gliricidia sepium, Leucaena leucocephala, Samanea saman, Acacia spp, Bauhinia cumanensis, Cassia alata y Pentaclethra macroloba; las plantas no leguminosas fueron: Chlorophora tinctoria, Morus alba, Guazuma ulmifolia, Cordia alba, Bulnesia arborea, Capparis odoratissima, Trichantera gigantea, Tithonia diversifolia, Moringa oleífera, Azadirachta indica, Hibiscus rosa-sinensis y Wedelia aff. Caracasana.	Las leguminosas forrajeras presentan un perfil de polifenoles y de inhibidores de tripsina mayor, lo cual reduce la digestibilidad de las porciones nutritivas. En las plantas no leguminosas, los ET y los FT mostraron mayor incidencia antinutricional en razón de variables tomadas mediante la técnica in vitro. Aunque las plantas forrajeras estudiadas mostraron diferencias marcadas en términos de contenido químico y nutricional, su forraje se puede emplear como fuente alternativa de Proteína, vitaminas y minerales en la alimentación de rumiantes.
Reyes Sánchez, Nadir; Rodríguez, Rosario; Mendieta	Efecto de la suplementación con <i>Moringa oleífera</i>	Reyes (2009), reporta el uso de <i>Moringa oleífera</i> , de un cultivo realizado en el año 2000.	El consumo de MS, ganancia diaria de peso y conversión, aumento

Autor	Titulo	Resumen	Resultados
Araica, Bryan; Mejía Sovalbarro, Lester y Mora Taylor, Ana P. 2009	sobre el comportamiento productivo de ovinos alimentados con una dieta basal de pasto guinea.	La <i>Moringa oleífera</i> fue suministrada, en dos raciones diarias, a las 8:00 am y a las 3:00 pm. Para el estudio se trabajó con 18 corderos cruzados, con peso inicial de 20 ± 2 kg y 150 días de edad. Previo a iniciar el ensayo, se vitaminizó y vermífugo. El suministró agua fue <i>ad libitum</i> .	considerablemente proporcional al consumo de <i>Moringa oleífera</i> . La alimentación con <i>Moringa oleífera</i> es una alternativa para mejorar el uso de dietas de mínimo aporte nutricional a dietas con un aporte nutricional bueno. La rentabilidad generada por el uso de <i>Moringa oleífera</i> en la nutrición de ovinos, reafirma las bondades de usarla grandes cantidades, por ser una fuente de proteína disponible en el trópico y rentable, para sistemas de producción pequeños.
Rodríguez Pérez, Rosario. 2011	Alimentación de vacas lecheras con <i>Moringa oleífera</i> fresco o ensilado y su efecto sobre la producción, composición y calidad de leche	Rodríguez (2011), estudio y confronto el forraje de <i>Moringa oleífera</i> , fresco o ensilado, con un tratamiento control a base de P. purpureum cv CT-115 y alimento concentrado comercial como único alimento para vacas tipo leche. Se analizó los resultados de los tratamientos experimentales sobre la digestibilidad y el consumo, la composición y volumen de producción de la leche y las características organolépticas. Los tratamientos estudiados:	El estudio reflejo que la <i>Moringa oleífera</i> puede ser usada como único alimento para vacas lecheras sin efectos negativos en la digestibilidad, consumo y volumen de producción de leche. La composición química de la leche no se altera al usar <i>Moringa oleífera</i> , en cualquier presentación.

Autor	Titulo	Resumen	Resultados
Mendieta-Araica, Bryan. 2011	<i>Moringa oleífera</i> como alternativa de Forraje para Vacas Lecheras en Nicaragua	<ul style="list-style-type: none"> • T1: Forraje fresco <i>P. purpureum</i> cv. CT-115 + concentrado comercial • T2: Forraje fresco de <i>Moringa oleífera</i> + 1 kg Melaza. • T3: Ensilaje de <i>Moringa oleífera</i> +1 kg Melaza. 	<p>Las características organolépticas en leche y queso no varían al usar <i>Moringa oleífera</i> ensilada, contrario al uso de <i>Moringa oleífera</i> fresca que cambia el olor y sabor de queso y leche.</p> <p>El estudio financiero evidencio que el uso de <i>Moringa oleífera</i> en cualquier presentación, brinda mayor rentabilidad que la alimentación tradicional.</p>
		Mendieta (2011), presento cuatro estudios que caracterizaban a la <i>Moringa oleífera</i> como forraje para vacas lecheras bajo condiciones tropicales secas en Nicaragua.	La <i>Moringa oleífera</i> puede ayudar a pequeños y medianos agricultores a superar la escasez de alimentos de buena calidad y por lo tanto mantener y mejorar sus sistemas de ganadería.
		<p>Un estudio de agronomía examinó dos densidades de siembra (D1 = 100.000 y D2 = 167.000 plantas/ha-1) y cuatro niveles de fertilización (NI = 0, N II = 261, N III = 521 y N IV = 782 kg N x ha).</p> <p>Hubo interacciones significativas entre el nivel de fertilización y las variables año y corte con respecto a TDMY y FFDM. Sin embargo, los niveles de fertilización N3 y N4 dieron el mayor rendimiento en ambos años y entre todos los cortes.</p>	Bajo las condiciones del bosque seco tropical y cuando el fósforo y el potasio están disponibles en el suelo la <i>Moringa oleífera</i> puede mantener un alto rendimiento de biomasa.

Autor	Titulo	Resumen	Resultados
	<i>Tasa de degradación ruminal de follaje de moringa oleífera en vacas Reyna usando la técnica in sacco.</i>	<p>Un estudio sobre la harina de <i>Moringa oleífera</i> (hojas) (MLM), como proteína en alimentos concentrados para vacas lecheras no reporto diferencias en los niveles de producción de leche al comparar concentrados isocalóricos e isoproteínicos con o sin harina de hoja de <i>Moringa oleífera</i>.</p>	<p>Vacas alimentadas con altas cantidades de ensilaje de <i>Moringa oleífera</i> producen los mismos kg de leche, con igual calidad, que las vacas alimentadas con dietas convencionales de pasto Elefante.</p>
		<p>En un experimento con ensilado, la <i>Moringa oleífera</i> se ensiló con melaza de materia fresca (FM) de 10 g kg⁻¹ y se comparó con varias mezclas con pasto Elefante y caña de azúcar.</p>	<p>La harina de hoja de <i>Moringa oleífera</i> es una fuente potencial de proteínas para suplir la baja calidad de forrajes como el pasto elefante.</p>
		<p>La alimentación de <i>Moringa oleífera</i> como único forraje, fresco o ensilado, en comparación con la alimentación de pasto Elefante resultó en una mayor digestibilidad tanto de la PP como de la fibra, pero el rendimiento de la leche no difirió (13,7 kg vaca día).</p>	<p>Puede reemplazar con éxito los componentes de concentrados para las vacas lecheras. Mientras que una dieta de <i>Moringa oleífera</i> fresca puede conducir a alterar el sabor y aroma en la leche.</p>
<p>Se estudiaron dos hembras bovinas, fistuladas en rumen, con 9 tratamientos con diferentes tiempos de incubación, con 4 repeticiones: tratamiento/vaca. Se evaluaron las siguientes variables: degradación de materia orgánica, proteína bruta y materia seca.</p>	<p>El forraje del <i>Moringa oleífera</i> tiene promedios de degradación de Materia Seca, Materia Orgánica y Proteína Bruta con tiempos de diferencia entre ½ día y 1 día siendo una buena alternativa de alimentación para los sistemas de</p>		

Autor	Titulo	Resumen	Resultados
	<p>Las vacas estuvieron en cubículos individuales y se sometieron a un periodo de adaptación de 15 días, a una ración de 50% forraje fresco Pennisetum purpureum y 50% follaje fresco de <i>Moringa oleífera</i>.</p> <p>Los Valores Nutricionales del follaje de <i>Moringa oleífera</i>, base del estudio son los siguientes: MS 17.93%, MO 82.98%, PB 26.68% y Ceniza 9.09% (Fuente: Laboratorio de Bromatología, UNA).</p>	<p>alimentación bovina en zonas tropicales.</p> <p>En la <i>Moringa</i> la baja degradación se debe al menor contenido de taninos que permiten a la parte proteica permanecer mayor tiempo en el rumen proporcionando péptidos y aminoácidos para favorecer el crecimiento microbial, también puede ser aprovechado al dejar pasar a una parte de la proteína hacia el tracto gastrointestinal bajo, para ser utilizada por el rumiante, (Knauss et al., Razz et al., 2004).</p> <p>El contenido de Proteína Bruta de esta leguminosa es superior a los encontrados en otras especies forrajeras usadas en la alimentación de rumiantes, como: <i>Morus alba</i> 20.9 % suministrado por Soto (2007), <i>Leucaena leucocephala</i> (22%) y <i>Guazuma ulmifolia</i> (15.6%), suministrados por Izaguirre et al., (2008) y <i>Gliricidia</i></p>	

Autor	Titulo	Resumen	Resultados
Jarquin Almanza, J. A. 2013.	<i>Degradación ruminal de la materia seca y materia orgánica del follaje de marango (Moringa oleífera) a diferentes edades de corte en vacas reyna, finca Santa Rosa, Managua, Nicaragua 2012.</i>	<p>Se utilizaron 2 vacas secas con fístulas permanentes, con un peso aproximado de 360 Kg y de 108 meses de edad. El alimento diario por vaca fue aproximadamente 3% del peso vivo en MS, basado en NRC (1989), esa cantidad total se dividió en 2 raciones iguales durante el día en comederos separados con el objetivo de evitar desperdicios y mejorar el consumo del mismo.</p> <p>La dieta que las vacas consumieron antes y durante el experimento consistió en forraje verde de Pennisetum purpureum, Shum., cv. Taiwán el cual fue picado en trozos de aproximadamente 1/2”, el consumo de agua fue ad libitum.</p>	<p>sepium (19.3%) suministrado por Ku et al., (2007) sin embargo, no presenta altos contenidos de factores anti nutricionales, que si estan presentes en las otras especies.</p> <p>El follaje de Moringa a los 45 días de edad fue el que obtuvo mayores valores de degradación respecto a los demás edades de corte. Los porcentajes de degradación de los cortes de 60 y 75 no fueron estadísticamente diferentes.</p> <p>El estudio mostró que el follaje de Moringa posee altos valores de degradabilidad potencial de la MS y MO en las diferentes edades de corte, representando una alternativa de alimentación sostenible para la ganadería en el trópico.</p>
Birmania Wagner, Javier. 2013	<i>Las arbóreas, una alternativa nutricional en la producción animal.</i>	<p>Birmania (2013), hace una recopilación de las principales forrajeras utilizadas en República Dominicana para alimentación rumiantes como la moringa, leucaena, guácimo, botón de oro, cha cha, gliricidia, morera.</p>	<p>El aporte nutricional de las forrajeras depende de su edad fisiológica.</p>

Autor	Titulo	Resumen	Resultados
Mora Ordoñez, María Gabriela y Obando Torrez, Yanneth Auxiliadora. 2014	Inclusión de harina de Moringa (<i>Moringa oleífera</i>) en bloques multinutricionales como suplemento en la alimentación de terneros en desarrollo, Hacienda las Mercedes	Mora (2014), trabajo con bloques multinutricionales elaborados manteniendo la proporción e ingredientes: melaza (40%), material de relleno (sorgo) (42.5%), cal (10%), sal común (2.5%), sales minerales (2.5%), urea (2.5%). Para los bloques a los que se les incluyo harina de <i>Moringa oleífera</i> estos tenían las siguientes proporciones melaza (40%), material de relleno (sorgo) (25%), cal (10%), sal común (2.5%), sales minerales (2.5%), urea (2.5%), harina de <i>Moringa oleífera</i> (17.5%).	<p>En su etapa vegetativa las cantidades de nutrientes son más altas y presenta menos material fibroso, en contraposición con la fase de floración y fructificación, en las que disminuye el nivel de nutrientes y aumenta el contenido de fibra.</p> <p>La cantidad de forraje está determinada por la altura a la que se poda la planta y es importante recordarlo, porque a mayor número de hojas, mayor consumo y mayor oferta de nutrientes.</p> <p>La suplementación con bloques nutricionales aumento los parámetros productivos (consumo, ganancia media diaria y peso final), siendo superior para los bloques nutricionales que contenían harina de hoja de <i>Moringa oleífera</i>.</p> <p>La evaluación financiera de los tratamientos demostró que la suplementación con bloques multinutricionales mejora la</p>

Autor	Titulo	Resumen	Resultados
González et al. Aia. 2015.	Metabolitos sanguíneos en caprinos alimentados con mezclas integrales frescas con Moringa oleífera: Pennisetum purpureum Clon- OM22.	<p>Se utilizaron 18 terneros con pesos de 181.4±33.15 kg y una edad de 23±4.24 m, agrupados en un diseño al azar, distribuidos en 3 tratamientos T1: Testigo, T2: Bloques sin <i>Moringa oleífera</i> T3: Bloques con inclusión de <i>Moringa oleífera</i> con seis repeticiones por tratamiento.</p> <p>Las variables evaluadas fueron: Consumo (C), Ganancia Media Diaria (GMD) y Peso final (PF). Los resultados demostraron que el mayor consumo de bloques se presentó en el T3 (771 g) respecto al T2 (717 g).</p> <p>Se emplearon 4 ejemplares caprinos de la raza Alpina, de 24 meses de edad y alojados en jaulas, organizados en un diseño cuadrado latino (4x4).</p> <p>El estudio duro aproximadamente 2 meses, distribuidos en 4 períodos de igual duración.</p> <p>Los tratamientos empleados en el estudio contenían 4 mezclas frescas, con la inclusión de Moringa oleífera al 20%, 40%, 80% en reemplazo del Pennisetum purpureum 100%, 80%, 60% y 20%; Todos los caprinos tuvieron acceso a sal común y agua a voluntad.</p>	<p>utilidad en relación a los kg de peso obtenido. Siendo esta superior en los bloques multinutricionales con inclusión de <i>Moringa oleífera</i>.</p> <p>La suplementación con bloques multinutricionales en animales en pastoreo es una alternativa viable que incrementa la ganancia de peso en época seca.</p> <p>El uso de Moringa oleífera fresca combinada con Pennisetum purpureum clon OM-22, arrojó niveles sanguíneos de Glucosa, Urea, Colesterol y Triglicéridos dentro los límites fisiológicos normales.</p> <p>La diuresis y la Creatinina fueron altas en los caprinos que consumieron las mezclas 40% y 80% Moringa: Pennisetum.</p> <p>La Moringa oleífera es una alternativa para la nutrición de</p>

Autor	Titulo	Resumen	Resultados
Melesse, A, H/Meskel, D, Banerjee, S, Abebe, A, Sisay, A. 2015.	Efecto de la suplementación de Hoja de heno hierba natural con Moringa stenopetala secada al aire, en el consumo de alimento y el crecimiento de Cabras Arsi-Bale.	El estudio se realizó en la granja de ovejas y cabras de la Facultad de Ciencias Animales y de Gama, Universidad Hawassa (Etiopía), que se encuentra geográficamente entre los 7 ° 5 'de latitud norte y los 38 ° 29' de longitud E, a una altitud de 1700 msnm. La precipitación promedio oscila entre 800 y 1100 mm. Las temperaturas mínima y máxima en el área de estudio son 13.5 ° C y 27.6 ° C, respectivamente.	caprinos en zonas tropicales, el 20% de inclusión en la alimentación garantiza la estabilidad metabólica de los animales en las mismas condiciones del estudio. La suplementación con la hoja de Moringa y heno natural mejoro considerablemente el aporte de nutrientes y el aumento de peso corporal de las cabras Aris-Bale en comparación con las de las cabras no suplementadas. La suplementación de alimentos de baja calidad, como el heno natural con hojas de Moringa es una opción viable para mejorar la productividad de cabras locales en pequeñas granjas locales donde los suplementos proteicos convencionales están fuera del alcance de los agricultores.
Sultana N, Alimon AR, Huque KS, Sazili AQ, Yaakub	El Valor Alimenticio del Follaje de Moringa (<i>Moringa oleífera</i>) como	Sultana (2015), utilizo en este estudio, un total de treinta caprinos machos, negros de Bengala (BB), de 180 a 240 días de edad y con un peso aproximado de 10,12 ± 0,53 kg.	Contenido de calcio fue mayor al aumentar el follaje de Moringa, luego disminuyó gradualmente con aumento del pienso concentrado;

Autor	Titulo	Resumen	Resultados
H, Hossain J, Baba M. 2015	reemplazo a la dieta concentrada convencional en cabras de Bengala	<p>Todas las dietas contenían una formulación similar de proteína y energía para satisfacer los requerimientos nutricionales de las cabras en desarrollo. El follaje seco de Moringa fue sustituido a 25, 50, 75 y 100% de la mezcla convencional de concentrado y se mezclaron para ser suministrados a los animales.</p> <p>T1 = 100 % follaje de moringa T2 = 75% follaje de moringa + 25% mezcla concentrado T3 = 50 % follaje de moringa + 50% mezcla concentrado T4 = 25% follaje de moringa + 75% mezcla concentrado T5 = 100% mezcla concentrado</p>	<p>por el contrario el contenido de P de las dietas disminuyo con el aumento del follaje de moringa.</p> <p>El aumento diario de PV fue ($P < 0,05$) mayor en cabras de las dietas T1, T2, T3 y T4 que sobre la dieta T5.</p> <p>La media de aumento de PV en cabras alimentadas con la dieta T1, T2, T3 y T4 fue significativamente ($P < 0.01$) superior que en cabras alimentadas con la dieta T5.</p>
Sun, J. et al 2017.	Caracterización de colonias microbiales fecales de vacas lecheras alimentadas con dietas que contiene forraje ensilado de Moringa oleífera.	<p>Los experimentos de alimentación animal se llevaron a cabo en el rancho del lago Xianquan, en Guangzhou, Guangdong, China (Latitud: 23.13N, Longitud: 113.65E), desde el 13 de Diciembre de 2015 al 23 de enero de 2016 (Temperatura máxima diaria: 18.65 ± 2.72 ° C). Sesenta vacas Holstein saludables. Las vacas se seleccionaron con edades, pesos, paridades y períodos de lactancia similares, y se dividieron aleatoriamente en tres grupos iguales, denominados: Sin M. oleífera, bajos (25% de heno de alfalfa y 50% de ensilado de M. oleífera,</p>	<p>El forraje de Moringa oleífera se puede utilizar como fuente de proteína en dietas para vacas lactantes.</p> <p>La inclusión de harina de M. oleífera disminuyó la digestibilidad aparente de la MS, pero no afecto la digestibilidad de la proteína bruta, no se evidenciaron diferencias</p>

Autor	Titulo	Resumen	Resultados
<p>Indira Isis García Quintero, Jairo Mora-Delgado, Julián Estrada A, Roberto Piñeros V. 2017.</p>	<p>¿Cuál es el Efecto de la <i>Moringa oleífera</i> sobre la Dinámica Ruminal?</p>	<p>base de MS), y alto (50% de heno de alfalfa y 100% de ensilado de M. oleífera, base de MS).</p> <p>Todos los animales fueron alimentados ad libitum y tuvieron acceso libre al agua durante el día, excepto en el momento del ordeño.</p> <p>Se presentó un procedimiento de búsqueda que facilito sistematizar el rastreo de información. La búsqueda identificó estudios e investigaciones, del consumo de forraje de Moringa oleífera sobre el funcionamiento ruminal, en cuanto a digestibilidad y degradabilidad de la MS, procesos fermentativos y cambios en flora microbiana. Se indagaron 17 bases de datos bibliográficas, encontrándose 28 artículos y 15 clasificados como de buena calidad para el tema del estudio.</p>	<p>importantes en el rendimiento y composición de la leche.</p> <p>Pese al valor nutricional de la <i>Moringa oleífera</i> y los buenos resultados en la alimentación de rumiantes, las investigaciones o estudios de carácter científico correctamente realizados son pocos.</p> <p>La diferencia en los valores reportados en los diferentes estudios o investigaciones a nivel bromatológico de la <i>Moringa oleífera</i> pueden ser una consecuencia de las condiciones agroclimáticas, de las características fenológicas de la planta, y estado de desarrollo de la misma.</p>

Fuente: Recopilación realizada por el autor

4.2 Resultados de trabajos de investigación relacionados con las características agronómicas de la Moringa (*Moringa oleífera*).

Potencial de la asociación Moringa (*Moringa oleífera*) e Higuierilla (*Ricinus communis* L) en el subtrópico veracruzano.

(Ofelia Andrea Valdés Rodríguez, Olivia Margarita Palacios Wassenaar, Rafael Ruíz Hernández, Arturo Pérez Vásquez. 2007)

Este investigación analiza el establecimiento de un cultivo asociado de Moringa (*Moringa oleífera* L) e Higuierilla (*Ricinus communis* L), en un suelos con erosión en el subtrópico del estado de Veracruz. Las plantas se cultivaron empleando semillas en época de lluvias, no se empleó riego, no se utilizó abono. Se hizo seguimiento al cultivo durante un periodo de 660 días, llevando registros mensualmente de parámetros alométricos, así como del nivel de productividad.

Las 2 especies presentaron desarrollos estadísticamente similares hasta los 8 meses después de su germinación (marzo 2013). Después del 8 mes la *Moringa* presento mayor desarrollo que el *Ricinus*, registrando a los 360 días, alturas promedio de 430 cm, con un crecimiento de 2.3 cm por día, mientras que *Ricinus* registraba alturas promedio de 180 cm y un crecimiento de 0.33 cm por día. De igual forma el diámetro del tallo de la *Moringa* registro un crecimiento de 0.028 cm por día, superando hasta 10 veces al de *Ricinus communis*.

Se obtuvieron los siguientes datos sobre el cultivo:

- La investigación evidencio que la *M. oleífera* con respecto a *R. communis* tiene mayor capacidad de sobrevivir, mientras que *R. communis* evidencio una mayor productividad durante los primeros 12 meses. Las 2 especies sobrevivieron a épocas de sequía y a suelos áridos, sin embargo reflejaron una productividad baja y poca resistencia a plagas.
- Se constató que el clima cálido favorece el desarrollo de la *Moringa*, mientras que temperaturas por debajo de los 14°C afectan su productividad (García-Roa, 2003).
- Para la *Moringa*, se recomienda el uso de 380000 g de P (fosforo) y 280000 g de N (nitrogeno) por ha en cultivos intensivos (Price, 2000); mientras que en cultivos de 1600 plantas/ha se recomendó la aplicación de 300 mg de KNO₃ por planta o bien 1000 a 2000 g de estiércol o lombrinaza por planta (Pérez et al.2010a).
- Las hormigas cortadoras (*Atta cephalotes*) tienen gran predilección por la *Moringa*. La *Atta cephalotes* se ha registrado como una plaga notable para la *Moringa oleífera* en otras regiones. (Pérez et al., 2010a). No se evidenciaron otras amenazas en esta investigación, el cultivo de *Moringa* no requirió un presupuesto alto para el control de plagas.

Características y potencialidades de Moringa oleífera, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal.

(Pérez, A, Sánchez, Tania, Armengol, Nayda, & Reyes, F. 2010)

Pérez reúne información sobre el cultivo de la *Moringa oleífera* en todas sus etapas: Según García Roa (2003), esta leguminosa puede reproducirse de dos formas: asexual y sexual. La reproducción

sexual es la más utilizada, en especial cuando la finalidad es producir forraje. La siembra se realiza manualmente, se entierra la semilla a una profundidad de 20 mm, y germina normalmente 10 días después. El número de semillas/kilogramo oscila entre 4 000 y 4 800; cada planta puede producir cerca de 15000 a 25000 semillas/año. La semilla brota después de cinco a siete días de sembrada. La semilla no necesita procesos pregerminativos, los porcentajes de germinación son mayores al 90%.

Si se almacena más de 60 días se reduce su poder germinativo (Sharma y Rains, 1982).

Se reproduce mediante estacas de 100 cm a 140 cm de longitud, igual que en la India (Ramachandran et al., 1980), aunque se recomienda obtener el árbol por semilla cuando se quiere sembrar en áreas áridas, porque sus raíces son mejores. Cuando los árboles se reproducen por estacas, los frutos brotan 180 días posteriores a su siembra.

Las plantas cultivadas para producción de forraje se deben podar para impedir el crecimiento de la copa y estimular el crecimiento de ramas nuevas (Ramachandran et al., 1980). Posterior a su poda rebrotan rápidamente y dan de 4 a 8 rebrotes por palo (Nautiyal y Venhataraman, 1987).

Para productores a menor escala, se recomienda sembrar por estacas para después podar y cosechar los rebrotes, que se cortan a los 30 – 45 días, según las precipitaciones y fertilidad del suelo. El cultivo se debe hacer de forma gradual para tener una oferta constante de forraje verde.

Observaciones:

- La leguminosa *M. oleífera* se caracteriza por su adaptabilidad a las condiciones diversas condiciones climáticas del trópico.
- Su aporte nutricional y los altos rendimientos en producción de forraje, la convierten en una alternativa viable para cualquier sistema de producción con rumiantes.
- La *Moringa oleífera* es una leguminosa con múltiples usos: rompevientos, cerca viva, abono verde, entre otros; convirtiéndola en una buen alternativa para las áreas tropicales.

Rasgos funcionales que determinan la calidad nutricional y preferencia de leñosas forrajeras en sistemas de alimentación ganadera en zonas secas.

(Pérez Almario, M. Ibrahim, C. Villanueva, C. Skarpe, H. 2013)

Para este estudio se seleccionaron 23 plantas forrajeras resistentes a suelos áridos de Nicaragua, como alternativas para integrarlas a sistemas de producción silvopastoriles con rumiantes. Se realizaron pruebas cortas empleando leñosas semejantes, registrando tiempos de consumo, para medir preferencias a la hora de consumo y la porción por bocado. Seleccionaron 10 forrajeras combinadas semejantes para los estudios durante 9 días. Empleo forraje de ramas (<10 mm) de diferentes plantas forrajeras (características similares); 5 hembras bovinas lactando con características similares, se les suministro alimento y agua antes y después de las pruebas. Se probaron 225 combinaciones (45 por vaca); 25 combinaciones aleatorias por día, con una duración

de 3 minutos. Una matriz de características nutricionales y físicas, integrada con registros hechos en campo y resultados de otras investigaciones para correlacionar la información.

Tabla 8.

Especies leñosas con potencial forrajero para zonas secas

N° Ref.	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
1	MIMOSACEAE	Cornizuelo	Aromo, Pelá
2	MIMOSACEAE	Acacia farnesiana	Carboncillo
3	MIMOSACEAE	Acacia pennatula	Gavilan – Iguá
4	MIMOSACEAE	Albizia guachapele	Guanacaste blanco
5	MIMOSACEAE	Albizia niopoides	Genizaro, Saman
6	MIMOSACEAE	Samanea saman	Pata de venado
7	CAESALPINIACEAE	Bauhinia unglata	Ojoche, Ramón
8	MORACEAE	Brosimum alicastrum	Jiñocuabo, Lechero
9	BURSERACEAE	Bursera simaruba	Carao, Cañafistol
10	CAESALPINIACEAE	Cassia grandis	Tiguilote, Uvito
11	BORAGINACEAE	Cordia dentata	Jícara, Totumo
12	BIGNONIACEAE	Crescentia alata	Guanacaste, Orejero
13	MIMOSACEAE	Enterolobium cyclocarpum	Elequeme
14	FABACEAE	Erythrina berteroana	Madero negro
15	FABACEAE	Gliricidia sepium	Guácimo
16	STERCULIACEAE	Guazuma ulmifolia	Guapinol
17	CAESALPINIACEAE	Hymenaea courbaril	Leucaena
18	MIMOSACEAE	Leucaena leucocephala	Sopa magui
19	MIMOSACEAE	Leucaena shannonii	Zarza, Mimosa
20	MIMOSACEAE	Mimosa pigra	Marango
21	MORINGACEAE	Moringa oleífera	Espino de playa
22	MIMOSACEAE	Pithecellobium dulce	Jobo, Ciruelo
23	ANACARDIACEAE	Spondias mombin	Aromo, Pelá

Fuente (Pérez Almario et al., 2013)

Se determinaron los siguientes resultados:

- Las leguminosas con las siguientes características: hojas de mayor tamaño, suaves, bipinadas o imparipinadas y carentes de espinas, presentaron mayor preferencia.

Tabla 9.

Preferencia por consumo de forraje y tamaño de bocado

Especie	Consumo (gMS)	Significancia*	T. bocado (gMS)	Significancia*
A. samán	165,80 + 13,81	(a)	7,31 + 0,42	(a)
L. leucocephala	139,57 + 13,04	(b)	7,53 + 0,40	(a)
A. niopoides	131,55 + 14,86	(b)	7,55 + 0,60	(a)
C. dentata	72,34 + 10,89	(c)	3,53 + 0,38	(bc)
M. oleífera	65,77 + 10,60	(c)	3,52 + 0,39	(bc)
G. ulmifolia	63,26 + 8,49	(c)	3,66 + 0,29	(bc)
G. sepium	26,09 + 4,10	(d)	4,01 + 0,51	(b)
B. alicastrum	19,36 + 5,71	(d)	2,56 + 0,52	(c)
M. pigra	11,12 + 6,61	(d)	0,35 + 0,21	(d)
A. farnesiana	0,74 + 0,74	(d)	0,07 + 0,07	(d)

Fuente (Pérez Almario et al., 2013) * Letras distintas asumen diferencias significativas con $\alpha = 0,05$

- Forrajes suaves y con buena palatabilidad tienen mayor contenido de taninos condensados, por el contrario forrajes fibrosos tienen menor contenido de taninos condensados.
- Forrajes con hojas de mayor tamaño, bipinadas o imparipinadas, suaves, con buena palatabilidad y niveles bajos de taninos condensados como M. oleífera, G. sepium, L. leucocephala, S. samán, C. dentata y G. ulmifolia poseen características destacables para su inclusión en sistemas de producción con rumiantes en áreas tropicales.

Revisión de las características y usos de la planta Moringa oleífera.

(Villarreal Gómez, A., & Ortega Angulo, K.2014).

Villareal, analiza y presenta datos importantes de la *Moringa oleífera*, es una alternativa para la seguridad alimentaria. Un gran número de beneficios la convierten en una alternativa viable para usos médicos (bactericida), químicos (floculante) y agrícolas (abono), sobresaliendo como forraje para rumiantes, entre otros (Fuglie, 1999).

Se puede concluir que: Según Fuglie (1999), que la *Moringa* se puede usar en:

Bancos de proteína, forraje para rumiantes, producción de biogás, como fertilizante, en nutrición foliar, como abono verde, base para goma, medicina, biopesticidas, cuerda, purificación del agua, entre otros.

Rendimiento de Fitomasa y Calidad Nutricional de la Moringa oleífera Según Frecuencias de Corte y Altura de Poda.

(José Ever Ramírez Calderón, Nelson Pérez Almario, Jairo Ricardo Mora Delgado. 2017)

La finalidad de la investigación fue cuantificar el rendimiento de fitomasa y composición bromatológica de la fracción hoja-tallo de la *Moringa oleífera* teniendo en cuenta tres frecuencias de corte y tres alturas de poda. La investigación se realizó en el municipio de Chaparral, Tolima.

La distancia de siembra fue de 0.50 X 0.50 m entre surco y planta para una densidad por hectárea de 40.000 plantas. Ningún tratamiento recibió fertilización ni suministro de riego en los periodos de poca lluvia. El mayor rendimiento (t de MS /ha) se alcanzó en la frecuencia de corte de 60 días y altura de poda 50 cm con 2,54 (t/ha/c).

Se obtuvo la siguiente información:

- Se reportaron diferencias importantes ($p < 0,05$) en el porcentaje de proteína cruda (PC) ($p=0,0116$) con un valor de $20,18 \pm 1,0$ % de PC, factor frecuencia de corte de 30 días y para Fibra detergente neutro (FDN) un $40,66 \pm 1,7$ % ($p= 0,0004$) y fibra detergente ácida (FDA) un porcentaje de $29,02 \pm 1,4$ % ($p=0,0012$).
- La digestibilidad in vitro de materia seca (DIVMS) fue de $68,87 \pm 2,0$ % ($p=0,0148$). El mayor porcentaje de proteína se obtuvo empleando una frecuencia de corte de 1 mes.
- El rendimiento de fitomasa
- puede ser mayor y constante si se dispone del suministro de agua, programas de fertilización y mayores densidades de siembra por hectárea.
- La fracción hoja tallo de la moringa ha demostrado tener hasta el 24 % de Proteína Cruda convirtiéndose en una opción para suplemento proteico en la nutrición de especies de interés zootécnico.

4.3 Análisis de resultados

La Moringa (*Moringa oleífera*) es una buena alternativa para alimentar Rumiantes (Bovinos, ovinos, caprinos, búfalos), especialmente en lugares con suelos pobres en nutrientes y periodos

prolongados sin lluvias. Prolifera muy bien de los 0 – 1500 msnm y a temperaturas superiores a los 14°C, características propias del Trópico bajo. No tolera suelos con alto contenido de arcilla, ni suelos inundados.

La producción de biomasa fresca es alta, superando las 190 ton/he/año. Toda la planta se puede aprovechar: Tallo, ramas, semillas, raíces y las hojas; que poseen el valor nutricional más alto, de energía y proteína metabolizable. La densidad de plantas por hectárea puede ir de 95 plantas por hectárea hasta 1 millón de plantas por hectárea. Se recomienda un intervalo de cortes de 30 a 45 días, según la calidad del terreno. Se puede reproducir por semilla o estaca y se puede aprovechar como cerca viva o barrera rompevientos.

A nivel nutricional la Moringa (*Moringa oleífera*) es una leguminosa que tiene un porcentaje de Proteína superior al 21% (Garavito, 2008), adicionalmente aporta vitamina A (1130 µg), vitamina C (220 µg) y Minerales como el Calcio (Ca 440mg), Potasio (K 259mg), (C.Golapan 1994), Hierro (Fe) y Fosforo (P). Posee un nivel muy bajo de factores Antinutricionales y no se han evidenciado inhibidores de lectina, ni de tripsina.

En MS, presenta un 10% de azúcares y la EM en el follaje es de 9.5MJ/kg MS (Foidl, N. 1998), lo que facilita el proceso de transformación de la Proteína en Proteína Bacteriana, adicionalmente el aporte de energía incide directamente en el aumento de la división microbiana, aumentando la concentración bacteriana en rumen. La proliferación de las bacterias es mayor cuando las fuentes de Nitrógeno son proteínas y no viene de Nitrógeno No Proteico, esto permite una mayor absorción de nutrientes a nivel intestinal.

El follaje de la Moringa (*Moringa oleífera*), es una fuente económica de proteínas para la nutrición de rumiantes y pueden ser utilizadas como suplemento de dietas de bajo contenido proteico. La harina de Moringa (*Moringa oleífera*), es superior en su composición química a muchos alimentos como pajas, rastrojos de cosecha y alimentos lignificados.

Los rumiantes se pueden alimentar con Moringa (*Moringa oleífera*) como único alimento o en combinación con otros forrajes y alimentos concentrados (40%/60% o 50%/50%), que es cuando mejores resultados presenta. Puede suministrarse como forraje verde en cuyo caso no afecta la composición química de la leche, pero si afecta las características organolépticas; para evitar estas alteraciones se recomienda suministrar la Moringa (*Moringa oleífera*) a rumiantes productores de leche, en ensilaje, secado al sol o en harina. En rumiantes criados para la producción de carne se puede suministrar en cualquier presentación, sin efectos adversos y reduciendo los costos de alimentación en el sistema de producción.

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

- La Moringa (*Moringa oleífera*) es una leguminosa que puede ser utilizada en la alimentación de Rumiantes con un alto margen de seguridad, debido a su bajo contenido de factores antinutricionales (fenoles, saponinas, alcaloides y esteroides).
- La Moringa (*Moringa oleífera*) puede ser suministrada a Rumiantes en Bloques nutricionales, concentrados, ensilajes o como forraje verde (fresca).
- La Moringa (*Moringa oleífera*) aumenta el consumo de MS en Rumiantes cuando se ofrece como suplemento de las dietas tradicionales.
- El consumo de Moringa (*Moringa oleífera*) incrementa significativamente el aumento diario de peso y mejora la conversión.
- El suministro de Moringa (*Moringa oleífera*) *no afecta la composición química, ni la producción de la leche en rumiantes, pero si se suministra como forraje verde puede alterar las características organolépticas, esta alteración se puede evitar suministrando la Moringa (*Moringa oleífera*) como ensilaje.*
- La Moringa (*Moringa oleífera*) ayuda a los ganaderos a superar las épocas de escasez de alimentos de buena calidad y ayuda a mejorar la baja calidad nutricional de algunos forrajes cuando se usa como suplemento alimenticio y/o nutricional.

- La Moringa (*Moringa oleífera*) puede reemplazar el uso parcial o total de alimentos balanceados comerciales, disminuyendo costos de producción.
- El uso de la Moringa (*Moringa oleífera*) en la alimentación de Rumiantes genera mayor rentabilidad que la alimentación convencional.

5.2 Recomendaciones

- Realizar estudios relacionados con suplementación de Rumiantes con Moringa oleífera en municipios de Colombia con periodos de sequía muy extensos.
- Incentivar el uso de la Moringa oleífera, como cerca viva o banco forrajero en los sistemas de producción bovina tradicionales, como una alternativa para minimizar costos de producción.
- Fomentar la comercialización de la Moringa oleífera en viveros, para facilitar el acceso a cualquier habitante del sector rural o urbano en nuestro país.
- Capacitar a la población rural en el uso y cultivo de la Moringa oleífera como una alternativa de seguridad alimentaria para la población y para los animales.

Referencias Bibliográficas

- ABC del finkero, 2012. Veterinaria y Producción Animal – Unidad de Gran Ganado/Unidad Animal. Recuperado de: <http://abc.finkeros.com/unidad-de-gran-ganado-unidad-animal/>
- Adrian, J., Potus, J., Poiffait, A., Dauvillier, P. Análisis nutricional de los alimentos. 2000, ed. Acribia, S. A. Zaragoza, España. Recuperado de: https://www.ecured.cu/Factores_antinutricionales#Fuentes.
- Alemán, F. (2004). Marango Cultivo y utilización en la alimentación animal. Recuperado el 30 de 10 de 2011, de Universidad Nacional Agraria: http://www.underutilizedspecies.org/Documents/PUBLICATIONS/marango_manual_lr.pdf
- Alterbio S.A. Dpto. Técnico. 2012. Producir XXI, Bs. As., 20(249):54. comunicacion@alterbio.com.ar ; www.alterbio.com.ar Recuperado de: www.produccion-animal.com.ar
- Andi Grefa. L (2015). “Estimación del contenido de carbono en biomasa en la plantación de teca (*Tectona grandis*), ubicado en la comuna San Pablo, sector Río basura, Cantón joya de los Sachas, Parroquia San Sebastián del Coca, Provincia de Orellana”. Universidad Nacional de Loja – Ecuador.
- Anjorin, T.S., P. Ikokoh and S. Okolo. (2010). Mineral composition of *Moringa oleífera* leaves, pods and seeds from two regions in Abuja, Nigeria. *International Journal of Agriculture and Biology*, 12: 431–434.
- 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.
- Araujo F, Omar. 2008. Factores antinutricionales en los alimentos para ganado vacuno. *Desarrollo Sostenible de la Ganadería de Doble Propósito*. pp 417:410-421.

- Ashfaq M, Shahzad M. (2012). Moringa: A Miracle Plant for Agro-forestry. Journal of Agriculture & Social Sciences, 8, 115–122.
- Bangani N M, Botha J A, Muller C J C and Cruywagen C W 2000. The production performance of lactating Jersey cows receiving varying levels of Lucerne hay and oat silage as roughage sources. South African Journal of Animal Science: 30 (Supplement 1).
- Barry TN, Manley TR, Duncan SJ. 1986. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep. 4. Sites of carbohydrate and protein digestion as influenced by dietary reactive tannin concentration. Br J Nutr 55:123-137.
- Bavera, Guillermo A. 2000. Suplementación mineral del bovino a pastoreo y referencias en engorde a corral, Capítulo 6. Ed. del autor, Río Cuarto. 109-117. Sitio Argentino de Producción Animal. Recuperado de: www.produccion-animal.com.ar
- Becker, B. & Nair, P.K. 2004. Cultivation of medicinal plants in an alley cropping system with *Moringa oleifera* in the United States Virgin Islands. 1st World Congress of Agroforestry. Orlando, Florida, USA.
- Birmanía Wagner, Javier. 2013. Las arbóreas, una alternativa nutricional en la producción animal. Recuperado de: www.produccion-animal.com.ar
- Bosch, H. 2009. Útil aporte para elevar uso de postes vivos en la ganadería. Granma, 24 de junio, Año 13, No. 175.
- Butter NL, Dawson JM, Buttery OJ. 1999. Effects of dietary tannins on ruminants. In: JC Caygill, I. Mueller-Harvey (Eds.). Secondary plant products. Antinutritional and beneficial actions in animal feeding. Nottingham University Press. pp. 51-70.
- C. Gopalan et al (1994). Nutritive value of Indian Foods, Instituto Nacional de Nutrición, India.
- Cardona J.F(2013). Los bloques multinutricionales
- Carulla JE, Kreuzer M, Machmiller A, Hess HD. 2005. Supplementation of *Acacia mearnsii* tannins decreases methanogenesis and urinary nitrogen in forage-fed sheep. Austr J Agric Res 56:961-970.

Casanova Lugo, Fernando & W, Cetzal-Ix & Chay-Canul, Alfonso & Oros-Ortega, Ivan & Piñeiro-Vázquez, Angel & González-Valdivia, Noel. (2018). *Moringa oleífera* Lam. (Moringaceae): árbol exótico con gran potencial para la ganadería ecológica en el trópico. *Agroproductividad* Vol.1, Num. 2, febrero. 2018. pp 100 – 105.

Colacelli, N (2002, 2 de Diciembre) Suelos. Producción Agroindustrial del NOA. Recuperado de https://www.produccion.com.ar/2002/02dic_03.htm

CONtexto ganadero (2015). Ganadería Sostenible - Número de vacas por hectárea se duplica en fincas tecnificadas, Recuperado de: <http://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/numero-de-vacas-por-hectarea-se-duplica-en-fincas-tecnificadas>

CONtexto ganadero (2016). Ganadería Sostenible – Aprenda a calcular la ganancia diaria de peso en bovinos, Recuperado de: <http://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/aprenda-calcular-la-ganancia-diaria-de-peso-en-bovinos>

Croess, Rubelis & Villalobos, Nuris. 2008. Caracterización en cuanto a edad y altura de corte del moringo (*Moringa oleífera*) como uso potencial en la alimentación animal. Instituto Universitario de Tecnología de Maracaibo. Trabajo especial de grado para optar al Título de Técnico Superior Universitario en Ciencias Agropecuarias. Mención Agropecuaria. Maracaibo.

EcuRed, 2018. Silvopastoreo. Recuperado de: <https://www.ecured.cu/Silvopastoreo>

EcuRed, 2018. Sistemas Agroforestales. Recuperado de: https://www.ecured.cu/Sistemas_agroforestales

Ferri Carlos María, Alicia María Sáenz & Varinia Vilma Jouve, 2015. SEMIÁRIDA Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam Vol 25(1): 41-61. 6300 Santa Rosa – Argentina. Recuperado de: <http://www.produccion-animal.com.ar/glosarios/02-pasturas.pdf>

Foidl, N. 1998. Utilización del marango (*Moringa oleífera*) como forraje fresco para ganado. Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica" 3:1-5.

Folkard, G. 1996. *Moringa oleífera* un árbol con enormes potencialidades. *Agroforestry Today*. Vol. 8 No 3. 26: 23-27.

- Fugliee, L. 2000. Se estudian nuevos usos del marango en Nicaragua. EDN 68 (Spanish).
- Garavito, U. (2008) *Moringa oleífera*, alimento ecológico para ganado vacuno, porcino, equino, aves y peces, para alimentación humana, también para producción de etanol y biodiesel.
- García Quintero, Indira Isis et al. ¿Cuál es el Efecto de la *Moringa oleífera* sobre la Dinámica Ruminal? Revisión sistemática. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, [S.l.], v. 28, n. 1, p. 43-55, mayo 2017.
- García Roa, M. 2003. Producción de semillas forestales de especies forrajeras enfatizadas en sistemas silvopastoriles. INAFOR. 37 p.
- García, D., & Medina, M., & Clavero, T., & Cova, L., & Domínguez, C., & Baldizán, A. (2008). Caracterización nutritiva del follaje de seis especies forrajeras con énfasis en sus perfiles polifenólicos. Revista Científica, XVIII (2), 188-196.
- García, D., & Medina, M., & Moratinos, P., & Cova, L., & Torres, A., & Santos, O., & Perdomo, D. (2009). Caracterización químico-nutricional de forrajes leguminosos y de otras familias botánicas empleando análisis descriptivo y multivariado. Avances en Investigación Agropecuaria, 13 (2), 25-40.
- García, D.E. et al. Evaluación integral de recursos forrajeros para rumiantes en el estado Trujillo, Venezuela. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 26 (4):555. 2009.
- González González, N., & Gutiérrez González, D., & García López, R., & Fernández Mayer, A. (2015). Metabolitos sanguíneos en caprinos alimentados con mezclas integrales frescas con *Moringa oleífera*: *Pennisetum purpureum* Clon-OM22. Avances en Investigación Agropecuaria, 19 (3), 25-36.
- Gutiérrez, Perla & Rocha, Lester & Reyes-Sánchez, Nadir & Paredes-Vanegas, Varinia & Mendieta-Araica, Bryan. (2013). Ruminal degradation rate of *Moringa oleífera* foliage in Reyna cattle using in sacco technique. La Calera. 12. 10.5377/calera.v12i18.1123.
- Hess HD, Kreuzer M, Dýaz TE, Lascano CE, Carulla JE, Soliva CR, Machmüller A. 2003. Saponin rich tropical fruits affect fermentation and methanogenesis in faunated and defaunated rumen fluid. Anim Feed Sci Techn. 109 (2003) 79-94.

- Hossain MA, Becker K. 2002. In vitro rumen degradability of crude protein in seeds from four *Sesbania* spp. and the effects of treatments designed to reduce the levels of antinutrients in the seeds. *Anim Feed Sci Techn* 95: 49-62.
- Jarquín Almanza, J. A. (2013). Degradación ruminal de la materia seca y materia orgánica del follaje de marango (*Moringa oleífera*) a diferentes edades de corte en vacas reyna, finca Santa Rosa, Managua, Nicaragua 2012.
- Jones R J. 1979. The value of *Leucaena leucocephala* as a feed in the tropics. *World Review of Animal Production*
- Jyothi, P.V. et al. 1990. Pollination ecology of *Moringa oleifera* (Moringaceae). *Proceedings of the Indian Academy of Sciences (Plant Sciences)*. 100:33.
- Lascano CE. 1996. Oportunidades y retos en la utilización de leguminosas arbustivas como forraje suplementario en sistema de doble propósito. En: T. Clavero (Ed.). *Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical*. LUZ. Maracaibo. pp 29-40.
- Lausín, 2014. *Nutrición Animal Veterinaria – Digestibilidad* - Universidad Complutense de Madrid (UCM). Recuperado de: <https://unybook.com/apuntes/file-5b1f4198325eb700231fb7be6c303e5e/nutricion-animal-veterinaria/3-digestibilidad>
- Leinmüller E, Steingass H, Menke KH. 1991. Tannins in ruminant feedstuff. *Anim Res Dev* 8: 9-62.
- Leng R A. 1997. Tree foliage in ruminant nutrition. *FAO Animal Production and Health Paper*: No. 139, Rome, Italy, Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/003/w7448e/W7448E00.htm#TOC>
- Makkar H P S and Becker K. 1996. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. *Animal feed science technology*: 63 211-228.
- Makkar H P S. 1993. Antinutritional factors in foods for livestock. In: MGill, E Owen, G E Pollott and T L J Lawrence (editors), *Animal Production in Developing Countries*. Occasional Publication No 16 British Society of Animal Production: pp 69-85.

- Melesse, A.; H/Meskel, D.; Banerjee, S.; Abebe, A.; Sisay, A. 2015. The Effect of Supplementing Air-Dried *Moringa stenopetala* Leaf to Natural Grass Hay on Feed Intake and Growth Performances of Arsi-Bale Goats. *Agriculture* 2015, 5, 1183-1194.
- Mendieta-Araica, Bryan (2011). *Moringa oleifera as an alternative fodder for dairy cows in Nicaragua*. Diss. (sammanfattning/summary) Uppsala : Sveriges lantbruksuniv., Acta Universitatis agriculturae Sueciae, 1652-6880 ; 2011:34 ISBN 978-91-576-7569-9 Doctoral thesis
- Meza Z., Olivares E., Gutiérrez E., Bernal H., Aranda J., Vázquez R., Carranza R. 2016. Crecimiento y producción de biomasa de moringa (*Moringa oleífera* Lam.) bajo las condiciones climáticas del Noreste de México. *Tecnociencia Chihuahua* 10: 143-153.
- Montesinos, S. 2010. *Moringa oleífera* un árbol promisorio para la ganadería. *Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA)*. 51: 50 – 53.
- Mora Ordoñez, María Gabriela y Obando Torrez, Yanneth Auxiliadora (2014) *Inclusión de harina de Marango (Moringa oleífera) en bloques multinutricionales como suplemento en la alimentación de terneros en desarrollo, Hacienda las Mercedes*. Ingeniería tesis, Universidad Nacional Agraria.
- Morton, J.F. 1991. The horseradish tree, *Moringa pterigosperma* (Moringaceae) A boon to arid lands? *Economic Botany*. 45 (3):318
- Nautiyal, B.P. & Venhataraman, K.G. 1987. *Moringa* an ideal tree for social forestry. 1. Growing conditions and uses. *Myforest*. 23 (1):53
- Ndemanisho E E. 1996. The use of *Leucaena leucocephala* (LAM) de wit forage as a protein supplement for dairy goats. PhD Thesis, SUA, Morogoro.
- Nouala F S, Akinbamijo O O, Adewumi A, Hoffman E, Muetzel S and Becker K 2006: The influence of *Moringa oleifera* leaves as substitute to conventional concentrate on the in vitro gas production and digestibility of groundnut hay. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 18, Article #121. Retrieved April 10, 2017, Recuperado de: <http://www.lrrd.org/lrrd18/9/noua18121.htm>

Núcleos Municipales de Extensión y Mejoramiento para Pequeños Ganaderos ASISTEGÁN - Módulo de alimentación Bloques Multinutricionales.

Olson, M. 2011. Moringa oleífera: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. Revista Mexicana de Biodiversidad 82: 1071-1082.

Olson, M. E. 2001a. Stem and root anatomy of Moringa (Moringaceae). *Haseltonia* 8:56-96.

Olson, M. E. 2001b. Introduction to the Moringa Family. In *The miracle tree: The multiple attributes of Moringa*, L. J. Fuglie.

Olson, M. E. 2002a. Combining data from DNA sequences and morphology for a phylogeny of Moringaceae. *Systematic Botany* 27:55-73.

Olson, M. E. 2002b. Intergeneric relationships within the Caricaceae-Moringaceae clade (Brassicales), and potential morphological synapomorphies of the clade and its families. *International Journal of Plant Sciences* 163:51-65.

Olson, M. E. 2003. Ontogenetic origins of floral bilateral symmetry in Moringaceae. *American Journal of Botany* 90:49-71.

Olson, M. E. 2010. Moringaceae. In *Flora of North America North of Mexico*, vol. 7, *Flora of North America* Editorial Committee (eds.). *Flora of North America Association*, New York y Oxford. p. 167-169.

Olson, M. E. y S. Carlquist. 2001. Stem and root anatomical correlations with life form diversity, ecology, and systematics in Moringa (Moringaceae). *Botanica Journal of the Linnean Society* 135:315-348.

Olson, M. E. y S. G. Razafimandimbison. 2000. *Moringa hildebrandtii*: A tree extinct in the wild but preserved by indigenous horticultural practices in Madagascar. *Adansonia* sér. 3 22:217-221.

Ordoñez J. 2017. Establecimiento de un banco de forraje de Moringa oleífera para la alimentación de ovinos de pelo en el sur de Quintana Roo. Instituto Tecnológico de la Zona Maya. Juan Sarabia. 35 p.

- Pacheco RM. 2006. Análisis del intercambio de plantas entre México y Asia de los siglos XVI al XIX. Tesis de Maestría. México DF: Universidad Nacional Autónoma de México. 254 p.
- Paliwal R., Sharma V. & Pracheta, 2011. A review on Horse Radish Tree (*Moringa oleifera*): A multipurpose tree with high economic and commercial importance. Asian journal of biotechnology 3 (4): 317-328, 2011.
- Parsi J, Godio L, Miazzo R, Maffioli R, Alberto y Provencal P. 2001. Cursos de Producción Animal, FAV UNRC. Recuperado de: www.produccion-animal.com.ar
- Pérez Almario, M. Ibrahim, C. Villanueva, C. Skarpe, H. Guerin, 2013. Diversidad forrajera tropical: rasgos funcionales que determinan la calidad nutricional y preferencia de leñosas forrajeras para su inclusión en sistemas de alimentación ganadera en zona seca. Rev. Agroforestería de las Américas, 50 (2013), pp. 44-52
- Pérez, A, Sánchez, Tania, Armengol, Nayda, & Reyes, F. (2010). Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark: Una alternativa para la alimentación animal. Pastos y Forrajes, 33(4), 1. Recuperado en 09 de junio de 2017, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S086403942010000400001&lng=es&tlng=es.
- Perez, A., Benítez, J., Vásquez, E., & Obregón, J. (2010). *Moringa oleifera*, una alternativa forrajera para Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México, 1–30.
- Porcile Juan, 2008. Laboratorios Santa Elena, Uruguay. Facultad de Ciencias Agrarias de la UDE, Dpto. de Recursos Naturales. Recuperado de: www.produccion-animal.com.ar
- Puchala R, Min BR, Goetsch AL, Sahl T. 2005. The effect of a condensed tannin-containing forage on methane emission by goats. J Anim Sci 83:182-186.
- Ramachandran, C. et al. 1980. Drumstick (*Moringa oleifera*) a multipurpose Indian vegetable. Economic Botany. 34 (3):276.
- Ramirez, E., Perez, N., Mora, J. (2017). Rendimiento de Fitomasa y Calidad Nutricional de la *Moringa oleífera* Según Frecuencias de Corte y Altura de Poda. VI SEMINARIO INTERNACIONAL DE AGROFORESTERÍA “La Agroforestería frente a la agenda 2030 para el desarrollo sostenible” 45:79

- 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.
- Relling, A, Mattioli, G, 2003. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. *Fac. Cs. Veterinarias – UNLP*.
- Reyes Sánchez, N., Spörndly, E., & Ledín, I. (2006). Effect of feeding different levels of foliage of *Moringa oleífera* to creole dairy cows on intake, digestibility, milk production and composition. *Livestock Science*, 101(1-3), 24–31.
- Reyes Sánchez, Nadir; Rodríguez, Rosario; Mendieta Araica, Bryan; Mejía Sovalbarro, Lester y Mora Taylor, Ana P. (2009) *Efecto de la suplementación con Moringa oleífera sobre el comportamiento productivo de ovinos alimentados con una dieta basal de pasto guinea (Panicum maximun Jacq.)*. *La Calera*, 9 (13). pp. 60-69. ISSN 1998-7846
- Rodríguez Milord D, Castillo P del, Aguilar Garduño (1995) *C.Glosario de términos en salud ambiental*. Mepetec: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud (ECO).
- Rodríguez Pérez, Rosario (2011) *Alimentación de vacas lecheras con Moringa oleífera fresco o ensilado y su efecto sobre la producción, composición y calidad de leche*. Ingeniería tesis, Universidad Nacional Agraria, UNA.
- Roothaert R L and Paterson R T. 1997. Recent work on the production and utilization of tree fodder in East Africa. *Animal Feed Science and Technology*: 69, 39-51.
- Sarwatt S V, Kapange S S and Kakengi A M V. 2002. Substituting sunflower seed-cake with *Moringa oleífera* leaves as supplemental goat feed in Tanzania. *Agroforestry Systems*: 56:241-247
- Sarwatt S V, Milang'ha M S, Lekule F P and Madalla N. 2004. *Moringa oleífera* and cottonseed cake as supplements for smallholder dairy cows fed Napier grass. *Livestock Research for Rural Development*, Vol. 16, Art. #38. Retrieved September 13, 2017, from <http://www.lrrd.org/lrrd16/6/sarw16038.htm>
- Sharma, G.K. & Rains, V. 1982. Propagation techniques of *Moringa oleífera* Lam. In: *Improvement of forest biomass*. (Khosia, P.K., Ed.). Proceedings of a Symposium. Indian Society of Tree Scientist. Solan, India. p. 175.

- Sliwinski BJ, Soliva CR, Machmüller A, Kreuzer M. 2002. Efficacy of plant extracts rich in secondary constituents to modify rumen fermentation. *Anim Feed Sci Techn* 101:101-114.
- Sultana N, Alimon AR, Huque KS, Sazili AQ, Yaakub H, Hossain J, Baba M (2015). The feeding value of Moringa (*Moringa oleifera*) foliage as replacement to conventional concentrate diet in Bengal goats. *Adv. Anim. Vet. Sci.* 3(3): 164-173.
- Sun, J. et al 2017. Caracterización de colonias microbiales fecales de vacas lecheras alimentadas con dietas que contiene forraje ensilado de *Moringa oleifera*. *Sci. Rep.* 7, 41403; doi: 10.1038/srep41403. Guangdong, China. Recuperado de: <http://www.nature.com/articles/srep41403>
- Valdez Sandoval, Juan Carlos. Lic. Zoot. M.A.(2012). Recuperado de *Moringa oleífera* en alimentación animal. <http://zoovaldez.blogspot.com.co/?view=magazine>.
- Van Lier Sanders E, Regueiro M, 2008. Digestión en retículo-rumen - Departamento De Producción Animal Y Pasturas - Curso De Anatomía Y Fisiología Animal, Universidad de la Republica, Montevideo – Uruguay.
- Van Soest P J. 1982. *Nutritional ecology of the ruminant*. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA.
- Verdcourt, B. 1985. A synopsis of Moringaceae. *Kew Bulletin* 40:1-23.
- Villanueva C, Ibrahim M, Casasola F y Arguedas R. (2005) Las cercas vivas en las Fincas Ganaderas. Proyecto GEF y Oxford Forestry Institute. Recuperado de: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/instalaciones/16-cercasvivas.pdf
- Villarreal Gómez, A., & Ortega Angulo, K. (2014). REVISIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS Y USOS DE LA PLANTA MORINGA OLEÍFERA. *Investigación & Desarrollo*, 22 (2), 309-330|.
- Wagner B Colon R.2007. Alturas y frecuencias de corte en la relación hojas/tallos y rendimiento de materia seca en *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. Congreso SODIAF 2007.