



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
UNA**

**FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL  
FACA**

**TESIS**

**Efecto de diferentes niveles de *Moringa oleífera* en la alimentación de vacas lecheras criollas sobre el consumo, producción y composición de la leche**

**Por:**

***Br. Jairo de Jesús Barrera Romero  
Br. Martha Lorena Bello Solórzano***

**Managua, Nicaragua  
Junio, 2004.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL**

**TESIS**

**Efecto de diferentes niveles de *Moringa oleifera* en la alimentación de vacas lecheras criollas sobre el consumo, producción y composición de la leche**

**Por:**

***Br. Jairo de Jesús Barrera Romero***  
***Br. Martha Lorena Bello Solórzano***

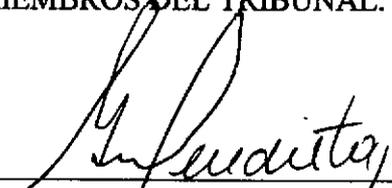
**Tutor:**

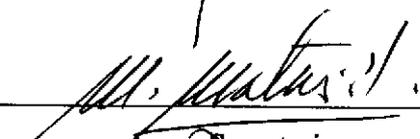
***Ing. Nadir Reyes Sánchez MSc***

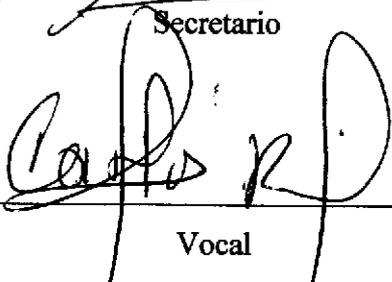
**Managua, Nicaragua**  
**Junio, 2004.**

Esta tesis fue aceptada en su presente forma, por el Consejo de Investigación y Desarrollo (CID) de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria y aprobada por el tribunal examinador como requisito parcial para optar al grado de INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA.

MIEMBROS DEL TRIBUNAL.

  
\_\_\_\_\_  
Presidente

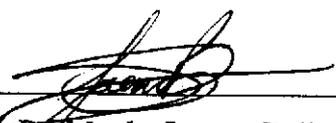
  
\_\_\_\_\_  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
Tutor

**Sustentantes:**

  
\_\_\_\_\_  
Br. Jairo de Jesús Barrera Romero.

  
\_\_\_\_\_  
Br. Martha Lorena Bello Solórzano.

## DEDICATORIA

A DIOS sobre toda las cosas, por permitirme la vida e iluminar el camino que me llevó a concluir mi carrera profesional.

A mis padres Efraín Barrera Aráuz y María Cristina Romero Cruz, que depositaron en mí la confianza y me brindaron su apoyo incondicional tanto moral como económico para ser una persona útil en la sociedad.

A mis hermanos Edgardo, Esther, Erenia, Uriel y Walter Barrera Romero que en todo momento estuvieron a mi lado para poder concluir mi propósito.

A mis tías Auxiliadora Romero, Jacoba Barrera y a su esposo Alfredo Sevilla (q.e.p.d) por sus consejos y apoyo en todo momento de mi formación profesional.

A Joanel Fernández López, que llenó un espacio importante en mi vida y estuvo conmigo en los momentos mas difíciles de nuestra carrera.

A todos los profesionales de ADDAC, en especial al Ing. Julio C. Gómez por haberme brindado su apoyo y haber depositado en mí su confianza.

A todos ellos y a muchas personas que no mencioné y que participaron de una u otro forma en mi formación profesional, dedico este primer trabajo, que no es un logro solo mío sino que también es de ellos.

**Br. Jairo de Jesús Barrera Romero**

## DEDICATORIA

Por sobre todas las cosas a DIOS, que me a dado todo lo que tengo y lo que soy. Por darme una familia unida y comprensible y amigos entrañables, por poner en mi camino a las personas que de una u otra manera me han ayudado.

A mis padres: Julia Solórzano Jarquín y Cruz Bello Jarquín que siempre han estado conmigo, por apoyarme en todas mis decisiones, por todo el sacrificio vivido (en todos los sentidos).

A mis hermanos: Norma María y Yader Alonso Bello Solórzano por haberme apoyado siempre y por ser lo que son, excelentes hermanos.

A Howard M. Castro por estar siempre a mi lado, por haber llenado mi vida de confianza, optimismo, pero sobre todo de amor y por su apoyo incondicional.

A los Lies. Alma Julia Hidalgo y Ariel Cajina por la oportunidad que me brindaron al confiar en mí.

A Margarita Bello, a su esposo Ulises y sobre todo a su hijito Ulises que me demostró que todo es posible en la vida si se tiene fe en DIOS.

A mis compañeros y amigos de clase durante mi carrera, que nunca olvidaré, en especial a José Manuel Calero, Jorge Beltrand, Jorge Blandón y Faustino Alguera.

A todos: GRACIAS.

**Br. Martha Lorena Bello Solórzano.**

## AGRADECIMIENTO

A DIOS, por permitirnos terminar este trabajo y nuestra carrera y por poner en nuestro camino a todas las personas que de una u otra manera nos ayudaron.

A nuestros padres, demás familiares y amigos por apoyarnos en la realización de este trabajo.

A nuestro asesor el Ing. Nadir Reyes por darnos la oportunidad de realizar este trabajo y por el apoyo y confianza que depositó en nosotros.

Al Ing. Howard Manuel Castro por el apoyo incondicional durante la realización de nuestra tesis.

A la Facultad de Ciencia Animal y a todos sus catedráticos, que no fueron simplemente profesores, sino guías y amigos.

Al pueblo y gobierno de Suecia por el apoyo financiero para la realización de este estudio, a través de SAREC/ASDI y el Programa PhD UNA-SLU.

A los Drs. Víctor Aguilar e Inger Ledin por la colaboración brindada en la realización de nuestra investigación.

Finalmente a Roberto Carlos Guevara por su apoyo brindado durante la recolección de datos.

**Br. Jairo de Jesús Barrera Romero.**

**Br. Martha Lorena Bello Solórzano.**

**CARTA DEL TUTOR.**

Por este medio hago constar que los bachilleres: Jairo de Jesús Barrera Romero y Martha Lorena Bello Solórzano han concluido satisfactoriamente su trabajo de tesis titulado “Efecto de diferentes niveles de Moringa oleífera en la alimentación de vacas lecheras criollas sobre el consumo, producción y composición de la leche” habiendo cumplido cabalmente con los objetivos planteados en el mismo.

Durante el transcurso de la investigación los bachilleres Jairo Barrera y Martha Lorena Bello se caracterizaron por su responsabilidad, creatividad e independencia para realizar todas las actividades de campo y el procesamiento, análisis e interpretación de los resultados.

En tal sentido, considero que este trabajo cumple con los requisitos necesarios para ser sometida a la consideración del honorable tribunal examinador para optar al grado de Ingeniero Agrónomo Zootecnista.



---

Ing. Nadir Reyes Sánchez. MSc.

Tutor

## INDICE

	Pag.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1. Árboles forrajeros.....	4
3.2. Marango ( <i>Moringa oleífera</i> Lam).....	6
3.2.1. Origen y distribución.....	6
3.2.2. Descripción de la especie.....	6
3.2.3. Requerimientos ambientales.....	6
3.2.3.1. Temperatura.....	6
3.2.3.2. Precipitación y altitud.....	7
3.2.3.3. Suelos.....	7
3.2.4. Producción de biomasa.....	7
3.2.5. Producción de semilla.....	8
3.2.6. Plagas y enfermedades.....	8
3.2.7. Valor nutritivo.....	8
3.2.7.1. Composición de aminoácidos de las hojas de <i>Moringa</i> .....	11
3.2.7.2. Minerales.....	12
3.2.7.3. Vitaminas.....	13
3.2.7.4. Factores antinutricionales.....	14
3.2.8. Marango como alimento para animales.....	16
3.2.8.1. Forraje.....	16
3.2.8.2. Cerdos y aves.....	17
3.2.8.3. Cabras.....	17
3.2.8.4. Bovinos en crecimiento.....	18
3.2.8.5. Vacas en producción.....	19
3.2.9. Otros usos.....	20
3.2.9.1. Alimento para humanos.....	20
3.2.9.2. Aceite.....	20
3.2.9.3. Fertilizante.....	21

	Pag.
3.2.9.4. Melífero.....	21
3.2.9.5. Fuente de hormonas promotoras de crecimiento vegetal.....	21
3.2.9.6. Agroforestería.....	21
3.2.9.7. Cercas vivas.....	21
3.2.9.8. Leña o madera.....	21
3.2.9.9. Clarificador del agua.....	22
3.2.9.10. Medicinal.....	22
3.3. Ganado criollo lechero (Reyna).....	23
3.3.1. Producción y composición de leche.....	24
3.3.2. Factores que determinan la producción y composición de la leche.....	25
IV. MATERIALES Y METODOS.....	26
4.1. Localización.....	26
4.2. Establecimiento y manejo del <i>Moringa oleífera</i> .....	26
4.3. Manejo y alimentación de las vacas.....	26
4.4. Análisis químico.....	28
4.5. Diseño experimental y análisis estadístico.....	28
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
5.1. Consumo de materia seca total.....	30
5.2. Producción de leche.....	31
5.3. Porcentaje de grasa en la leche.....	33
5.4. Porcentaje de proteína en la leche.....	36
5.5. Porcentaje de sólidos totales en la leche.....	38
5.6. Características organolépticas de la leche.....	39
VI. CONCLUSIONES.....	41
VII. RECOMENDACIONES.....	42
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	43

## INDICE DE CUADROS

<u>Nº cuadros</u>	<u>Pág.</u>
1. Análisis químicos de hojas y tallos de Marango.....	9
2. Contenido (g kg <sup>-1</sup> ) de proteína bruta (PB), proteína degradable en el rumen (PDR), proteína insoluble en detergente ácido (PIDA), proteína potencialmente digestible en el intestino (PDI), nitrógeno no proteico (NNP), proteína verdadera (PV), proteína verdadera degradable en el rumen (PVDR) en hojas, ramas y tallos de <i>Moringa oleífera</i> .....	10
3. Composición química de diferentes especies de árboles forrajeros utilizados en Centro América.....	11
4. Composición de aminoácidos (mg/g de proteína) de hojas y extracto de hojas de <i>M. oleífera</i> y referencia proteica de la FAO para niños 2-5 años de edad.....	12
5. Composición mineral de hojas de Marango.....	13
6. Composición en vitaminas de hojas de Marango.....	14
7. Contenido de fenoles totales, taninos, taninos condensados, saponinas, fitatos, lecitina e inhibidores de tripsina en hojas y extractos de hojas de Marango (datos expresados en g kg <sup>-1</sup> ).....	16
8. Consumo de <i>Moringa oleífera</i> , heno y el consumo promedio total de la materia seca en la alimentación de novillos con o sin Marango.....	18
9. Datos de pruebas experimentales efectuadas en Centroamérica. Consumo diario 15 kg por animal.....	19
10. Análisis de varianza para la variable consumo de materia seca total .....	30

11.	Comparaciones de medias obtenidas con la variable consumo de materia seca total en kg MS/vaca/día.....	31
12.	Análisis de varianza para la variable producción de leche.....	32
13.	Comparaciones de medias obtenidas con la variable producción de leche (kg/vaca/día).....	32
14.	Análisis de varianza de porcentaje de grasa .....	34
15.	Contenido promedio de grasa en la leche por tratamiento.....	34
16.	Contenido de grasa de diferentes razas bovinas.....	35
17.	Análisis de varianza del porcentaje de proteína en la leche.....	36
18.	Porcentaje promedio de proteína bruta en la leche por tratamiento.....	36
19.	Análisis de varianza para el porcentaje de sólidos totales.....	38
20.	Porcentaje promedio de sólidos totales en la leche por tratamiento.....	38
21.	Análisis sensorial de la leche según los diferentes tratamientos estudiados.....	40

**Barrera, R. J. J., y Bello, S. M. L. 2004.** Efecto de diferentes niveles de *Moringa oleífera* en la alimentación de vacas lecheras criollas sobre el consumo, producción y composición de la leche. Tesis para optar al grado de Ing. Agrónomo. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria (UNA). 53 p.

**Palabras claves:** Alimentación, Marango, Vacas en producción, Consumo, Producción de leche, Composición de la leche.

El presente estudio se realizó en la finca “Santa Rosa” propiedad de la Universidad Nacional Agraria, localizada geográficamente a los 12°08’15” latitud Norte y a los 86°09’36” longitud Este, en el departamento de Managua, en los meses de mayo a agosto del 2003, con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes niveles de *Moringa oleífera* en la ración de vacas lecheras criollas sobre el consumo, producción y composición de la leche. Se utilizaron 6 vacas de la raza Reyna con un peso promedio de  $387 \pm 48$  kg entre la 2 y 3 lactancia, las que fueron pesadas, desparasitadas, vitaminadas y alojadas individualmente. El diseño experimental utilizado fue un Doble Cuadrado Latino 3 x 3. Cada período experimental tuvo una duración de 5 semanas de las cuales las 3 primeras semanas eran de adaptación a los tratamientos y las otras 2 semanas de evaluación y recolección de datos. Los tratamientos evaluados fueron: T1 (Heno de *Brachiaria brizantha* + melaza + 3 kg MS *Moringa oleífera*), T2 (Heno de *Brachiaria brizantha* + melaza + 2 kg MS *Moringa oleífera*) y T3 (Heno de *Brachiaria brizantha* + melaza). Las variables estudiadas fueron: consumo de MS, producción de leche, % de grasa, % de proteína y % de sólidos totales en la leche, así como sus características organolépticas (color, sabor y olor). Se realizó análisis de varianza y comparaciones de medias con la Prueba de Tukey utilizando MINITAB, versión 12.0. Los resultados en el análisis de varianza ( $P < 0,05$ ) mostraron que el mayor consumo y la mayor producción de leche se obtiene con el T1 (6.71 kgMS/vaca/día y 3.09 kg de leche/vaca/día) el que difiere estadísticamente ( $P < 0.01$ ) del T3 (3.27 kgMS/vaca/día y 1.80 kg de leche/vaca/día) pero no difiere significativamente ( $P > 0.05$ ) del T2 (5.78 kgMS/vaca/día y 2.83 kg de leche/vaca/día). No se encontró efecto significativo de los tratamientos sobre la composición química de la leche (% de grasa, % de proteína y % de sólidos totales) y sus características organolépticas (olor, sabor, color).

## I. Introducción

En Nicaragua, la producción de leche y carne son actividades muy importantes para los pequeños y medianos productores. En un estudio sobre sistemas de producción en ganadería realizado en 1999, se encontró que los sistemas tradicionales son casi siempre económicamente marginales y que por las prácticas agrícolas en el uso de la tierra, no son sostenibles a largo plazo, principalmente cuando dichas explotaciones se ubican en suelos de laderas o en los márgenes de bosques (Mendieta, Reyes y Alfranca, 1999).

Por otro lado, en los trópicos, la alimentación de los rumiantes está basada primordialmente en el pastoreo de gramíneas. Sin embargo, la producción de pastos no es suficiente para satisfacer los requerimientos de los animales, principalmente durante el período seco, en este período los animales sufren un estrés nutricional y consecuentemente disminuye la productividad. El uso de concentrados para alimentación de ganado lechero, en la época seca no es una práctica común debido a la baja disponibilidad y los altos costos de los ingredientes (Benavides, 1986).

Una estrategia potencial de los pequeños y medianos productores, para incrementar la disponibilidad y calidad de los alimentos para rumiantes en la época seca, puede ser a través de la utilización de árboles y arbustos forrajeros (Pezo, 1981). La mayoría de estas especies son de fácil propagación y no requieren de tecnología avanzada, ni de gran cantidad de insumos externos. Además, son una fuente suplementaria valiosa para mejorar la nutrición y la productividad animal en la época seca.

*Moringa oleifera* Lam (sinónimo: *Moringa pterygosperma* Gaertner), comúnmente llamado "Marango", es uno de estos árboles forrajeros que crece bien en todo tipo de suelos, desde ácidos hasta alcalinos (Duke, 1983) y en altitudes que van desde 0 a 1800 msnm. Es tolerante a la sequía y crece muy bien durante la época seca, si la precipitación anual es mayor a los 500 mm (FACT, 1996).

Su producción de materia seca es de 15 toneladas/ha/año. Las hojas frescas contienen 23% proteína bruta (PB), 2.73 Mcal de EM/kg MS y la digestibilidad In Vitro de la materia seca es de

79.67% (Becker, 1995). Comparando el contenido de PB del Marango (Hojas, peciolo y tallo jóvenes) con otras especies forrajeras, este tiene ligeramente menor contenido que *Gliricidia sepium* (26%) y *Leucaena leucocephala* (25%). Sin embargo, para rumiantes la PB del marango es de mejor calidad que la PB de las hojas de *Gliricidia* o *Leucaena* debido a su mayor contenido de proteína sobrepasante (47% versus 30% y 41% respectivamente) (Becker 1995). El Marango también es rico en vitaminas A, B y C, calcio, hierro y en dos aminoácidos (metionina y cistina) generalmente deficientes en otros alimentos (Makkar y Becker, 1996).

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto de diferentes niveles de Marango en la alimentación de vacas lecheras criollas sobre el consumo, producción y composición de la leche.

### **2.2. Objetivos específicos**

Determinar el efecto de diferentes niveles de Marango en la alimentación de vacas lecheras criollas sobre el consumo y producción.

Determinar el efecto de diferentes niveles de Marango en la alimentación de vacas lecheras criollas sobre el contenido de proteína bruta, grasa y sólidos totales de la leche.

Determinar el efecto de diferentes niveles de Marango en la alimentación de vacas lecheras criollas sobre las características organolépticas de la leche (olor, sabor, color).

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

Uno de los problemas más serios en la ganadería es la drástica disminución de la disponibilidad y calidad de los pastos durante la época seca. Entre las alternativas más utilizadas para la alimentación del ganado en período de escasez de alimento está el ensilaje y el heno del forraje en la época de mayor producción (FAO, 1999).

Los henos por lo general tienen un alto contenido de fibra y poca presencia de carbohidratos solubles, lo que afecta la fermentación dando como resultado un material de baja calidad (FAO, 1999).

#### 3.1. Árboles forrajeros

Árboles forrajeros son todos aquellos cuyas partes comestibles son apetecidas por el ganado, brindando un buen forraje que complementa la alimentación del ganado en la época seca. Estos árboles juegan un papel importante dentro de los sistemas silvopastoriles teniendo un efecto económico y ecológico.

Los económicos se refieren a los productos tradicionales: follajes, frutos, leña, poste y madera. Los ecológicos se refieren a la reducción de temperaturas extremas y mejoramiento de los suelos por reciclaje de nutrientes (IRENA, 1993).

Para que un árbol o arbusto pueda clasificarse como forrajero debe reunir ciertas características, por ejemplo: que su consumo por los animales sea adecuado como para esperar cambios en sus parámetros de respuesta; que el contenido de nutrientes sea atractivo para la producción animal; que sea tolerante a la poda; que su rebrote sea lo suficientemente vigoroso como para obtener niveles significativos de producción de biomasa comestible por unidad de área (FAO, 1999).

El árbol forrajero posee un alto contenido proteico en sus partes comestibles (hojas, tallos, flores y frutos) de tal forma que su forraje constituye un adecuado suplemento proteínico para el ganado (IRENA, 1993). Por otra parte, la mayoría de los árboles forrajeros muestran contenido

de proteína cruda (PC) muy superiores a los pastos tropicales y en varios casos también superiores a los concentrados comerciales que se utilizan usualmente en la alimentación animal (Araya, 1999; Benavides, 1983).

Por otra parte, las características anatómicas de los pastos tropicales tienen implicaciones importantes sobre su valor nutritivo. Estas especies poseen una mayor superficie de sus hojas ocupadas por sus haces vasculares las cuales están rodeadas por unas envolturas dobles de células con paredes celulares gruesas, que no permiten una fácil digestión por las bacterias ruminales, estas pueden permanecer relativamente intactas hasta 48 horas en el rumen. En contraste, las haces vasculares de los árboles forrajeros son fáciles de degradar por la microflora ruminal ya que estas tienen un menor contenido de constituyente de pared celular, una tasa de degradación ruminal más rápida y menor tiempo de retención en el rumen que las gramíneas (Wilson, 1986).

Por otro lado, el uso de árboles forrajeros como bancos de proteína para la alimentación del ganado lechero como complemento en la dieta, ha incrementado la producción de leche, debiéndose este incremento a los altos contenidos de proteína sobrepasante (Flores y Col., 1979), lo que ayuda a incrementar el consumo voluntario y la eficiencia de utilización de la energía proveniente de las gramíneas (Cowan y Col., 1975).

Los árboles forrajeros se caracterizan por mostrar niveles más altos de proteína cruda que las gramíneas, pero también existen diferencias importantes entre especies en cuanto a la solubilidad de la proteína, mostrando menores valores aquellos forrajes que presentan taninos, como es el caso de: *Gliricidia sepium*, *Acacia angustissima*, *Cillindra calothyrsus*, entre otros (Valerio, 1990; Abauza y Col, 1991). Además, los árboles forrajeros muestran concentraciones de fósforo, calcio y magnesio mayores que las gramíneas tropicales (Norton, 1984), uno de estos árboles forrajeros es el Marango.

## **3.2. Marango (*Moringa oleifera* Lam).**

### **3.2.1. Origen y distribución.**

*Moringa oleifera* Lam (sinónimo de *Moringa pterygosperma* Gaertner), comúnmente llamado “Marango”, es un árbol miembro de la familia Moringaceae, originaria del sur del Himalaya, noreste de la India, Pakistán, Bangladesh y Afganistán (Makkar y Becker, 1997).

El Marango se extiende de Arabia a la India. Hoy en día es común en los paisajes del trópico del viejo mundo, del Sur de Asia y África Occidental. También se le encuentra en huertos caseros de muchas Islas del pacífico, desde Kiribati hasta las Marianas del Norte (Von Maydell, 1986). En América Latina y Centroamérica el Marango se introdujo y naturalizó en 1920 como un árbol ornamental y fue utilizado como cerca viva y para cortinas rompevientos (Rocha y Mendieta, 1998).

### **3.2.2. Descripción botánica de la Especie.**

Es un árbol de crecimiento rápido, alcanza una altura de 7 a 12 metros hasta la corona; su tronco posee un diámetro de 20 a 30 cm; tiende a echar raíces fuertes y profundas (F/FRED, 1992), y tiene una vida relativamente corta, alcanzando un promedio de 20 años (Von Maydell 1986).

Las hojas son compuestas alternas imparipinnadas con una longitud total de 30 a 70 cm, (Von Maydell, 1986). Las flores son perfumadas, blancas o cremosas con estambres amarillos. El fruto es una cápsula colgante, de color castaño, triangular, tiene 30 cm de largo y 1.8 cm de diámetro, y contienen alrededor de 15 a 25 semillas. Las semillas son de color castaño oscuro con tres alas delgadas blanquecinas. El árbol produce semillas durante todo el año (Ramachandran et al., 1980, citado por Jarquín, Jarquín y Reyes, 2003).

### **3.2.3. Requerimientos ambientales.**

#### **3.2.3.1. Temperatura.**

En Centroamérica se encuentra en zonas con temperaturas entre 6 y 38 °C. Es resistente al frío, por corto tiempo, pero no menos de 2 a 3 °C. En temperaturas menores de 14°C no florece y

solamente se puede reproducir de forma vegetativa, pero crece mejor cuando la temperatura varía de 26 a 40 °C (FACT, 1996).

### **3.2.3.2. Precipitación y altitud.**

Crece bien en altitudes desde 0 hasta 1,800 msnm, se puede plantar en zonas con precipitaciones de 500 a 1,500 mm por año (Agrodesierto, 1999). Tolerancia hasta seis meses de estación seca si la precipitación es al menos de 500 mm/año, es un árbol útil para las áreas semi-áridas, sin embargo un prolongado periodo de sequía puede provocar estrés en la planta que resultará en las pérdidas de sus hojas. (FACT, 1996).

### **3.2.3.3. Suelos.**

El Marango es un árbol que puede crecer en todo tipo de suelos, desde ácidos hasta alcalinos (pH 4.5-8), pero prefiere los suelos bien drenados o arenosos, tolera suelos arcillosos, pero no encharcamientos prolongados (Duke, 1983).

### **3.2.4. Producción de biomasa.**

Es muy importante señalar el alto rendimiento de biomasa fresca total que está entre 60 y 80 ton/ha/año equivalentes a 15 ton. de MS/ha/año (Jarquín et al. 2003). El Marango tiene una alta tasa de crecimiento y capacidad para producir altas cantidades de materia fresca por metro cuadrado con altas densidades de siembra.

Según Jarquín et al., (2003) consideran la densidad de siembra de 500 mil plantas/ha y la frecuencia de corte cada 60 días como las óptimas, para la producción de biomasa fresca, costo de siembra, manejo del corte y control de maleza. En el caso de densidades más altas (más de 1 millón plantas /ha), la alta densidad crea una alta competencia entre las plantas, perdiéndose de 20 a 30 por ciento por corte.

### **3.2.5. Producción de semilla.**

Cada árbol puede producir de 15,000 a 25,000 semillas por año. Si el objetivo de la siembra es la producción de forraje para la alimentación animal, la siembra se hace directamente en el terreno. La semilla presenta alto porcentaje de germinación (mayor al 90%). Después de la siembra el tiempo de germinación de la semilla oscila entre los 5-7 días, sin realizar tratamientos pregerminativos (Foild et al. , 1999).

### **3.2.6. Plagas y enfermedades.**

Las plagas predominantes en las plantaciones: son Gusano desfoliador (*Spodoptera sp*), Picudo abultado (*Phantomorus femoratus*), Zompopo (*Atta sp*), siendo este último el de mayor importancia económica.

Para el control de desfoliadores y picudos se utilizan métodos manuales de eliminación, ya que las poblaciones son bajas. Para el Zompopo se realiza destrucción mecánica de madriguera o zompoperas.

### **3.2.7. Valor nutritivo.**

Según Makkar y Bécker (1997), el forraje puede ser una buena fuente de proteína para la alimentación de animales ya que contiene entre 15.6% y 29% de PB en base seca con un alto contenido de proteína sobrepasante, 47% de la proteína total. Es rico en vitamina A, B y C, calcio y hierro. Los tallos son bajos en PB (de 6.2 a 9.0%), y altos en fibra detergente neutro (de 64.0 a 68.4%). Las variaciones reportadas por diversos autores en cuanto a contenido de FDN y FDA puede ser debido a diferencias agroclimáticas, suelo y estado de madurez de la planta.

De acuerdo con Makkar et al., (1997), la digestibilidad in Vitro de la proteína bruta en el rumen, después de 24 h de incubación fue de 63.7, 67.5 y 78.4 para hojas, tallos y ramas respectivamente, como se considera que el nitrógeno no proteico es completamente digerido en

el rumen, la digestibilidad de la proteína verdadera en el rumen fue de 50.4, 37 y 20% respectivamente.

Los valores de Proteína Insoluble en Detergente Ácido (presentados como porcentaje de la proteína total) fueron de 3.1, 15.3 y 17.2% respectivamente. Esta cantidad de proteína no está disponible para el animal. No obstante, cerca del 97, 85 y 83% de la proteína total en hojas, ramas y tallos está disponible para su utilización en el rumen o en el intestino. La proteína potencialmente digestible en el intestino (Proteína Bruta Total menos (PDR + PIDA)) fue de 33.2, 7.2 y 17.3% respectivamente, sugiriendo una pobre disponibilidad de la proteína de las ramas y tallos en el intestino.

**Cuadro 1. Análisis químicos de hojas y tallos de Marango.**

Muestra	MS %	PB %	FB %	Cen %	GB, %	ELN %	FDN %	FDA %	DIVMS %	EM Mcal/kg
Hojas frescas <sup>1</sup>	42.7	29.0	19.1	9.1	5.2	37.6	—	—	—	—
Hojas frescas <sup>2</sup>	—	15.6	17.9	13.4	4.2	48.7	—	—	71.0	2.30
Hojas frescas <sup>3</sup>	—	25.1	—	11.5	5.4	—	21.9	11.4	75.7*	2.27*
Hojas <sup>4</sup>	21.0	23.0					30.0	27.0	79.0	
Hojas <sup>6</sup>		26.4		8.87			15.1	9.2		
Tallos <sup>6</sup>		6.2		6.90			68.4	60.9		
Tallos <sup>4</sup>	15.0	9.0					64.0	55.0	57.0	
Hojas frescas <sup>5</sup>	—	26.4	—	12.0	6.5	—	28.8	13.9	—	—

1. Malik, M. Y et al., 1967; Bangladesh

2. Kandiah, S. & Koch, 1938; India

3. Becker, 1995; Nicaragua

4. Foild et al., 1999

5. Gupta et al., 1989

6. Makkar and Becker 1997

\* DIVMS y E M Determinado por el método de Menke et al., (1979)

**Cuadro 2. Contenido ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de proteína bruta (PB), proteína degradable en el rumen (PDR), proteína insoluble en detergente ácido (PIDA), proteína potencialmente digestible en el intestino (PDI), nitrógeno no proteico (NNP), proteína verdadera (PV), proteína verdadera degradable en el rumen (PVDR) en hojas, ramas y tallos de Marango.**

Muestra	PB (a)	PDR (b)	PIDA (c)	PDI a-(b+c)	NNP*	PV	PVDR $\text{g kg}^{-1}$
Hojas	264	168 (63.6)	8.3 (3.1)	87.7 (33.2)	35.0 (13.3)	229 (86.7)	133 (50.4)
Ramas	73	57 (78.1)	11.2 (15.3)	4.8 (6.6)	29.6 (40.5)	44 (60.3)	27.4 (37.5)
Tallos	62	42 (67.7)	10.6 (17.2)	9.4 (17.3)	29.2 (47.1)	32 (51.6)	12.8 (20.6)

Valores en paréntesis son el porcentaje con relación a la PB total.

\* Nitrógeno No Proteico

El alto valor de proteína digestible en el intestino delgado encontrado por Becker (1995), indica que las hojas de Marango son una buena fuente de proteína suplementaria para los rumiantes, ya que permite que más aminoácidos lleguen directamente al intestino delgado los que pueden ser usados directamente con fines productivos.

Comparando el valor nutritivo del Marango (hojas, pecíolos y tallos jóvenes) con otros forrajes, el Marango tiene 2% menos proteína que *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium*. Sin embargo, para los rumiantes la proteína del Marango es de mejor calidad que la proteína de la *Leucaena* y *Gliricidia* debido a su alto contenido de proteína sobrepasante (47% versus 41% y 30% respectivamente) (Becker 1995). Mientras que la EM y la DIVMS es mayor en el Marango que en otras especies.

**Cuadro 3. Composición química de diferentes especies de árboles forrajeros utilizados en Centro América (Becker 1995).**

Especie *	PB %	EM(Mcal/Kg) **	DIVMS %
<i>Erythrina cocleata</i> 1	19.40	1.83	49.40
<i>Morus alba</i> 3	13.80	2.52	67.40
<i>Leucaena leucocephala</i> 2	25.00	1.78	47.80
<i>Gliricidia sepium</i> 2	25.80	2.18	58.40
<i>Guazuma ulmifolia</i> 2	14.70	1.89	43.00
<i>M. oleifera</i> (hojas)	23.20	2.94	79.67
<i>M. oleifera</i> (ramas)	8.80	2.13	57.06
<i>M. oleifera</i> (planta entera)	16.87	2.60	69.60

\* Planta entera;

\*\* Multiplicando ED por 0.85

1. Vargas et al., 1987

2. Vargas y Elvira, 1987

3. Velásquez et al., 1992

### 3.2.7.1. Composición en aminoácidos de las hojas de Marango.

El valor alimenticio potencial de la proteína (como fuente de aminoácido) puede ser comparado con los patrones de referencia de FAO mostrado en el cuadro 4. En las hojas, todos los aminoácidos están presentes en concentraciones más altas que las recomendadas por FAO/WHO/UNO para niños de 2 a 5 años de edad.

La comparación entre la composición en aminoácidos de las hojas de Marango y la Soya (*Glycine max.*) revela un patrón similar para todos los aminoácidos (Makkar y Becker 1997). El contenido en aminoácidos de las hojas es más bajo que en el extracto de hojas, esto podría ser debido a la presencia de altas cantidades de proteína no verdadera en las hojas.

**Cuadro 4. Composición de aminoácidos (mg/g de proteína) de hojas y extracto de hojas de Marango y referencia proteica de la FAO para niños 2-5 años de edad (Adaptado de Makkar y Becker 1996, 1997).**

Aminoácidos	Hojas (g 16 g N <sup>-1</sup> )	Hojas (g kg <sup>-1</sup> MS)	Extracto hojas (g 16 g N <sup>-1</sup> )	Referencias FAO (g 16 g N <sup>-1</sup> )
Lisina	5.60	14.06	6.61	5.80
Leucina	8.70	21.84	9.86	6.60
Isoleucina	4.50	11.30	5.18	2.80
Metionina	1.98	4.97	2.06	2.50*
Cistina	1.35	3.39	1.19	2.50*
Fenilalanina	6.18	15.51	6.24	6.30**
Tirosina	3.87	9.71	4.34	6.30**
Valina	5.68	14.26	6.34	3.50
Histidina	2.99	7.50	3.12	1.90
Treonina	4.66	11.70	5.05	3.40
Serina	4.12	10.34	4.78	nd
Ácido glutámico	10.22	25.65	11.69	nd
Ácido aspártico	8.83	22.16	10.60	nd
Prolina	5.43	13.63	5.92	nd
Glicina	5.47	13.73	6.12	nd
Alanina	7.32	18.37	6.59	nd
Arginina	6.23	15.64	6.96	nd
Triptófano	2.10	5.27	2.13	1.10

\* Metionina + cistina

nd: no disponible

\*\* fenilalanina + Tirocina

### 3.2.7.2. Minerales.

Las hojas de Marango son ricas en minerales, pero de acuerdo con Reddy et al., (1982) cuando hay presencia de fitatos (entre 1 y 5%) como en las leguminosas disminuye la disponibilidad de los minerales para monogástricos.

**Cuadro 5. Composición mineral de hojas de Marango.**

Constituyentes químicos	1	2	3	4
Ca (%)	2.40	2.06	3.22	0.44
P (%)	0.60	0.24	0.27	nd
Mg (%)	0.30	nd	nd	nd
Na (mg/100 g)	0.05	nd	nd	nd
K (mg/100g)	0.30	nd	nd	nd
Cu (ppm)	11.70	nd	nd	nd
Fe (ppm)	225.00	nd	nd	70
Zn (ppm)	17.50	nd	nd	nd
Mn (ppm)	50.20	nd	nd	nd

1. Gupta et al. 1989

nd: no disponible

2. Malik M.Y et al., 1967 (Hojas frescas)

3. Kandiah, S. &amp; Koch, 1938; India (Hojas frescas)

### 3.2.7.3. Vitaminas.

Las hojas de Marango son muy ricas en vitaminas B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub> y niacina y contiene 6780 µg de β-caroteno. En general, las vitaminas del grupo B (B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub> y niacina) muestran concentraciones muy altas, excepto la riboflavina (B<sub>2</sub>) que es relativamente baja (Gopala et al., 1980). Al compararse con otros vegetales, el Marango también es excepcionalmente rico en ácido ascórbico (Souza y Kulkarni, 1990). La vitamina A (determinada en términos de acetato de vitamina A) está presente en pequeñas cantidades en el follaje de Marango si se compara con las vitaminas B y C. Sin embargo, los niveles son mayores en el follaje tierno que en follaje de plantas maduras.

## Cuadro 6. Composición en vitaminas de hojas de Marango.

M. oleífera	Vit A ( $\mu\text{g}$ )	B1 ( $\mu\text{g/g}$ )	B2 ( $\mu\text{g/g}$ )	B6 ( $\mu\text{g/g}$ )	Niacina ( $\mu\text{g/g}$ )	B-caroteno ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	Vit C (mg)
Hojas <sup>1</sup>	nd	247 $\pm$ 8.2	94 $\pm$ 2.8	177 $\pm$ 7.7	162 $\pm$ 7.5	6780	nd
Maduras <sup>2</sup>	14	225	nd	300	nd	nd	362
Planta 8 meses edad <sup>2</sup>	29	375	nd	400	nd	nd	456
Planta 4 meses edad <sup>2</sup>	17	400	nd	575	nd	nd	856

1. Gopala et al. 1979

2. Souza y Kumalri, 1990

nd : no disponible

### 3.2.7.4. Factores antinutricionales.

Los polifenoles, comúnmente conocidos como taninos, están ampliamente distribuidos en muchas especies de plantas de las regiones tropicales. Su consumo puede afectar la salud y la productividad de los animales. Las hojas y el extracto de hojas fueron analizados para determinar el contenido de fenoles totales, taninos y taninos condensados. Las hojas tienen cantidades insignificantes de taninos (1.4%) y no se detectaron taninos condensados. El contenido de taninos totales fue de 3.4% (Makkar y Becker 1996), por otro lado, Gupta et al., (1989) reporta 2.7%. Estos fenoles a esta concentración no producen ningún efecto adverso. En el extracto de hojas no fueron detectados taninos y el contenido de fenoles fue de 1.6%, sumamente bajo (Makkar y Becker 1996).

El extracto de hojas tiene niveles insignificantes de saponinas y las hojas tienen 5%; en la harina de soya (*Glycine max.*) fue observado un nivel de saponina de 4.7% comparable con el nivel de saponina del Marango. Las saponinas comprenden una gran familia de compuestos estructuralmente relacionados, pero no todas las saponinas tienen el mismo impacto sobre la producción ganadera. Las saponinas de algunas plantas producen efectos adversos sobre el crecimiento de los animales principalmente en monogástricos. Las saponinas de la soya son relativamente inocuas (Linier, 1994, citado por Makkar et al., 1996). Las saponinas presentes en las hojas de Marango parecen ser relativamente inocuas ya que son consumidas por los humanos sin tener ningún efecto adverso (Makkar y Becker 1996).

El contenido de fitatos de las hojas y el extracto de hojas de Marango fue de 3.1 y 2.5% respectivamente, lo que puede provocar que disminuya la biodisponibilidad de los minerales (Makkar y Becker 1996).

La actividad de inhibidores de tripsina y lecitinas no fue detectada en las hojas ni en el extracto de hojas de Marango. Otros factores antinutricionales reportados en las hojas de Marango son los factores flatulentos (sacarosa + rafinosa + estaquiosa; estos producen flatulencias en monogástricos) que están a un nivel del 5.6% (Gupta et al., 1989). Estos factores también están presentes en altas concentraciones en leguminosas, aunque disminuyen sustancialmente su actividad después de remojar y cocinar en agua (Bianchi et al., 1983). Gupta et al., (1989) reportan también presencia de nitratos (0.5 mmol por 100 g) y oxalatos (4.1%) en las hojas de Marango. Las hojas son ricas en minerales, pero debido a la presencia de oxalatos y fitatos 4.1% y 3.1% respectivamente, puede disminuir la biodisponibilidad de los minerales.

No se detectaron Glucósidos cianogénicos en las muestras de hojas, y en las de ramas y tallos los niveles de estos glucósidos fueron muy bajos (5-6 mg HCN equivalentes  $\text{kg}^{-1}$ ). Estos niveles son mucho más bajos que los niveles considerados y recomendados como seguros por las regulaciones de EC que es de < 100mg HCN equivalente  $\text{kg}^{-1}$  para Yuca (*Manihot esculenta*) y tortas de almendras y <250mg HCN equivalente  $\text{kg}^{-1}$  para harina de semilla de lino. Además, de acuerdo con las regulaciones de la EC para ganadería, los niveles de sustancias cianogénicas no deben exceder de 50 mg HCN equivalentes  $\text{kg}^{-1}$ , excepto para pollos donde los niveles de seguridad fijados son de 10 mg HCN equivalente  $\text{kg}^{-1}$ .

Algunos glucosinolatos hacen una importante contribución al sabor y aroma de los alimentos. Otros han mostrado ser potencialmente perjudiciales y en el caso de alimentos para humanos y consumo animal generalmente no son aceptados ni deseables en niveles altos (Heaney y Fenwick, 1980 citados por Makkar et al., 1997).

Los glucosinolatos bajo hidrólisis química o enzimática pueden producir una variedad de sustancias que poseen propiedades antinutricionales que reducen el crecimiento y afectan la reproducción. Para cerdos, los valores que pueden ser perjudiciales para la fertilidad de las

cerdas reproductoras son aquellos que están por encima de 4  $\mu\text{mol}$  de glucosinolatos  $\text{g}^{-1}$  dieta y 8 mmol de consumo diario. En vacas, un aumento significativo en los días parto-concepción fue observado cuando el consumo diario fue de 85 mmol/vaca (Makkar y Becker, 1997).

**Cuadro7. Contenido de fenoles totales, taninos, taninos condensados, saponinas, fitatos, lecitina e inhibidores de tripsina en hojas y extractos de hojas de Marango (datos expresados en  $\text{g kg}^{-1}$ ) (Makkar y Becker, 1996).**

Muestras	Fenoles totales *	Taninos *	Saponinas **	Fitatos ***	Glucósidos cianogénicos ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	Glucosinato ( $\text{Mmol g}^{-1}$ )
Extracto de hojas 1	16	0	2	25	nd	nd
Hojas 1	34	14	50	31	nd	nd
Hojas 2	44.30	12.0	81.0	21.0	nd	nd
Ramitas 2	11.30	3.9	29.9	25.0	5.0	< 1
Tallos 2	4.50	0.9	28.5	10.8	6.2	<1

1. Makkar y Becker, 1996.

2. Makkar y Becker 1997.

nd: no disponible

Taninos condensados, lecitina, tripsina e inhibidores de amilasa no fueron detectados en las hojas ni en el extracto de hojas

\* Como equivalente a ácido tánico

\*\* como equivalente a diosgenin

\*\*\* como ácido fítico

### 3.2.8. Marango como alimento para animales.

#### 3.2.8.1. Forraje.

El Marango es superior a cualquier otro tipo de forraje con relación al rendimiento promedio en biomasa comestible en toneladas por hectárea por año. Las hojas contienen de 20-28 % de proteína (base seca), son muy ricas en vitaminas y minerales con una palatabilidad excelente. Son consumidos por todo tipo de animales: rumiantes, camellos, cerdos, aves, carpas, tilapias y otros peces herbívoros (Fiold et al., 1999).

### **3.2.8.2. Cerdos y aves.**

El Marango es uno de los forrajes aptos para ganado porcino, por la alta cantidad de proteína que estos animales precisan (Agrodesierto, 1999).

En el caso de no rumiantes o monogástricos, principalmente aves y cerdos, el valor nutritivo de las hojas frescas se puede incrementar con la adición de la enzima fitasa que rompe los fitatos, lo que incrementa la absorción del fósforo contenido en las hojas frescas de Marango. Esta enzima se suministra simplemente mezclándola someramente con las hojas frescas en las cantidades indicadas por el fabricante (Agrodesierto, 1998).

La fabricación de concentrado casero de hoja de Marango es lo mas conveniente para ganado avícola: pollos, gallinas, pavos ya que no suelen admitir el consumo directo de las hojas frescas o en polvo. La cantidad de proteína recomendada para las aves es del 22%, de esta cantidad la mitad se puede obtener a bajo costo utilizando hojas de Marango en el concentrado (Agrodesierto, 1998).

### **3.2.8.3. Cabras.**

En un ensayo experimental con cabras usando niveles de inclusión de 9%, 27% y 36% de hojas de Marango en la ración, Sarwatt et al., (2002), encontraron que el consumo de materia seca fue de 251, 335 y 311 g/d respectivamente, sin embargo, la incorporación de los diferentes niveles de hojas de Marango no afectaron significativamente las ganancias medias diarias que fueron de 16.1, 15.0 y 13.6 g/d, respectivamente.

Por otro lado, Aregheore (2002), al suplementar cabras con 20% y 50% de hojas de Marango encontró consumos de materia seca de 50.9 y 51 g/kg<sup>0.75</sup> por día, similares al consumo de cabras que no fueron suplementadas (50.6 g/kg<sup>0.75</sup> por día). Las cabras suplementadas tuvieron una ganancia media diaria de 86 y 78 g/d y las no suplementadas solamente ganaron 55 g/d.

#### 3.2.8.4. Bovinos en crecimiento.

Castellón y González (1996), usando novillos en estabulación, al comparar animales que consumían heno de pasto estrella (*Cynodon dactylon*) o heno más hojas de Marango (0.6% MS con relación al peso vivo) encontraron diferencias significativas en ganancia media diaria (45 y 380 gramos respectivamente) y consumo.

**Cuadro 8. Consumo de *Moringa oleifera*, heno y el consumo promedio total de la materia seca en la alimentación de novillos con o sin Marango.**

Novillos	Consumo de MS Marango(% del PV)	Consumo de MS Heno (% del PV)	Consumo promedio de MS Total (%PV)
Consumo de Marango	0.59	2.18	2.77
Consumo de Heno	0.00	2.06	2.06

Fuente Castellón y González (1996)

Los componentes del contenido celular de Marango tienen altos niveles de sustancias liberadoras de energía que son conocidas por incrementar la síntesis de proteína microbiana. Becker (1995), observó que las tasas de fermentación de raciones con diferentes proporciones estándar heno:Marango producía variaciones en la fermentación en comparación cuando ambos alimentos se suministraban por separado. Esto demuestra que existe evidencia de un posible efecto asociativo en la digestión y asimilación de ambos alimentos cuando son suministrados al mismo tiempo.

Ketelaars et al., (1991), encontró que las plantas que incrementan el nivel de proteína en la ración tienen un efecto positivo sobre el consumo, debido a que estimula un aumento en el nivel de eficiencia en la utilización de la energía metabolizable, producida por una mayor actividad microbiana.

### 3.2.8.5. Vacas en producción.

Vacas lecheras alimentadas con pasto jaragua (*Hypparrhenia ruffa*) y rastrojo de sorgo (*Sorghum vulgare*) suplementadas con diferentes niveles de Marango (0.1%, 0.2% y 0.3% del peso vivo) mostraron un consumo aceptable sin ningún efecto tóxico o factor antinutricional que limitara el consumo. Como el punto de henchimiento del rumen no fue alcanzado entonces se ajustó la siguiente ecuación lineal  $Y = 0.003 + 0.914 X$  con un  $r^2 = 0.99$ ; esto significa que el consumo podría ser mayor al observado en este estudio (Rocha y Mendieta, 1998).

El aporte de proteína bruta de las hojas de Marango en las raciones fue de 98, 183 y 271 g PB/vaca/día para los niveles de 0.1, 0.2 y 0.3% de peso vivo respectivamente. Los requerimientos de PB de una vaca lechera que produce 6 kg de leche/día con 4% de grasa, 500 kg de peso vivo son de 904 g PB/día (NRC, 1988), las hojas de Marango suplían 11, 20 y 30% respectivamente de los requerimientos totales de PB (Rocha y Mendieta, 1998).

Rocha y Mendieta (1998), encontraron que la suplementación con Marango al nivel de 0.3% del peso vivo resultaba en una producción de leche de 5.73 kg/vaca/día que fue superior en un 13% al rendimiento del tratamiento control (5.07 kg/vaca/día) que fue solamente pasto jaragua (*Hypparrhenia ruffa*) y rastrojo de sorgo (*Sorghum vulgare*).

Agrodesierto ha constatado que suministrando hojas de Marango de 40-50%, sobre la ración total la producción de leche en vacas y el incremento de peso en terneros aumentaba en un 30%. También los animales recién nacidos pesaban entre un 13 y 22% más.

#### Cuadro 9. Datos de pruebas experimentales efectuadas en Centroamérica.

Consumo diario 15 kg por animal.

	Producción de leche kg/día	GMD (g/día)	Peso al nacer kg
Con Marango	10	1200	23-26
Sin Marango	7	900	20-22

Fuente: Agrodesierto 1998

La literatura señala que la alimentación de vacas lecheras con Marango puede causar olor, color y sabor no característico de una leche normal, por eso se recomienda que el ordeño se realice al menos tres horas después que los animales hallan consumido el Marango para evitar olor y sabor a forraje en la leche (Agrodesierto, 1999).

En la actualidad, información sobre el valor nutritivo de Marango para la producción de leche es escasa y casi no existen datos sobre el efecto de Marango sobre la composición química y características organolépticas (olor, sabor, color) de la leche.

### **3.2.9 Otros usos.**

El Marango y otras especies del género son una de las plantas más versátiles, aún sin ser fijador de nitrógeno, entre los usos más importantes tenemos:

**3.2.9.1. Alimento para humanos:** Todas las partes de la planta son comestibles, proporcionando un excelente alimento. El sabor es agradable y las diversas partes se pueden consumir crudas (especialmente las hojas y flores) o cocinadas de diversas maneras. Las vainas son a menudo cocinadas y comidas como arvejas, la raíz tiene un sabor similar al Rábano picante, es usada como condimento y es una comida popular en el Este de África. Sus hojas verdes son utilizadas en ensaladas o para sazonar alimentos, también en algunos países se comen los frutos, semillas, hojas y flores como verduras nutritivas (Makkar y Becker, 1997).

**3.2.9.2. Aceite:** La semilla de Marango contiene un 35 % de aceite. Es un aceite de muy alta calidad, claro, inodoro, poco viscoso y dulce, utilizado en perfumería y en otros productos cosméticos, con un 73% de ácido oleico, de calidad por tanto similar al aceite de oliva empleado en cocina como condimento, no se vuelve rancio, muy bueno para aliño de ensaladas (Von Maydell, 1986). También puede tener interesantes aplicaciones en lubricación de mecanismos y fabricación de jabón y cosméticos. Este aceite arde sin producir humo, por tanto es apto como combustible para lámparas. En algunos casos se utiliza para propósitos de lubricación (Foild et al., 1999).

**3.2.9.3. Fertilizante:** Los subproductos derivados del procesado de la semilla forman una torta muy indicada como fertilizante natural con un alto contenido en nitrógeno (Agrodesierto, 1998).

**3.2.9.4. Melífero:** El Marango es un excelente poste vivo o prendedizo, es rico en néctar y polen (Agrodesierto, 1998).

**3.2.9.5. Fuente de hormonas promotoras de crecimiento vegetal:** El jugo de las plantas de Marango puede utilizarse a fin de producir una hormona natural obtenida a partir de extracto de hojas y tallos jóvenes a través de un proceso de trituración y extracción etanólica, esta es efectiva para el crecimiento de las plantas, aumentando el rendimiento en un 25-30% para: cebolla, pimiento verde, soya, maíz, sorgo, café, té, chile, melón. El principio activo es la Zeatina, una hormona vegetal del grupo de las Citoquininas. Este rocío foliar deberá usarse además de otros fertilizantes, riego y prácticas agrícolas razonables. También es interesante hacer notar que las hojas de Marango, incorporadas directamente al suelo previenen el ataque de ciertas plagas (Foild et al., 1999).

**3.2.9.6. Agroforesteria:** Muy útil para proteger otros cultivos en sistemas agroforestales. Al no ser un árbol excluyente es un buen soporte para otras especies trepadoras. Es especialmente indicado para la modalidad de agricultura conocida como "Alley cropping" o "cultivo en callejones" que consiste en cultivar especies herbáceas anuales, o de ciclo corto, entre hileras de árboles que forman "callejones". También sirve de protección contra el viento y sol excesivo y enriquecen la tierra. Otras características que lo hacen muy adecuado, son su crecimiento rápido, raíces verticales y profundas, pocas raíces laterales, escasa sombra y alta productividad de biomasa (Foild et al., 1999).

**3.2.9.7. Cercas vivas:** El Marango es de desarrollo muy rápido. Es utilizado como cerca viva empleando los tallos de las plantas a modo de postes vivos, soporta los diversos elementos de construcción de cercas: alambres, vallas y también provee sombra (Loupe, 1999).

**3.2.9.8. Leña o madera:** Es ligera, pero proporciona un combustible aceptable, especialmente para cocinar. Tiene una densidad media de 0.6 y un poder calorífico de 4.600 kcal/kg. La

madera es frágil y blanda, apenas tiene otro interés que la elaboración de carbón vegetal o pulpa de papel, de excelente calidad en ambos casos (F/FRED, 1992).

**3.2.9.9. Clarificador del agua:** Las semillas machacadas, atraen bacterias y virus que se les quedan adheridos; estas semillas se separan posteriormente colando el agua o atrapándolas en las diversas capas de filtración. Por estas razones, los investigadores recomiendan la plantación de estos árboles, pues con sus semillas podrían evitarse los millones de muertes que ocasiona anualmente el agua contaminada. Las semillas actúan como floculante que capturan las partículas en suspensión en el agua y provocan que se agreguen entre si y se precipiten al fondo. Las semillas pueden emplearse artesanalmente moliéndolas y envolviéndolas en algún tipo de tejido que impida que se disgreguen al introducirlas en el agua a purificar (Foild et al., 1999). También es útil en la industria cervecera para la sedimentación de levaduras eliminando la turbidez y dándole brillo a la bebida.

**3.2.9.10. Medicinal:** La extracción acuosa de las hojas de Marango se utiliza para combatir problemas digestivos, así como úlceras estomacales. Las flores son empleadas en problemas respiratorios, siendo también posible masticarlas o utilizarlas como cataplasmas en el pecho.

El extracto acuoso de las flores, hojas y raíces tiene propiedades diuréticas y anti-inflamatorias.

Las semillas, corteza y raíces tienen propiedades fungicidas y bactericidas. El aceite se utiliza para el tratamiento de dolores reumáticos.

El extracto de las raíces se emplea en aplicaciones internas, (ingerida), contra fiebres, epilepsia, histeria, tétano, parálisis, lepra, presión alta y relajante en contracciones intestinales.

Los extractos etanolicos de las raíces, hojas y corteza tienen un efecto anti-implantación y anti-fertilidad, que cuando son aplicados a ratas en laboratorios, producen el 100% de abortos en las mismas. Las semillas tienen un efecto mutágeno (Foidl et al., 1999).

Además las hojas son muy útiles en la producción de biogás. De la corteza se extraen fibras aptas para elaboración de cuerdas, esteras, felpudos y una goma que es usada como condimento o en el tratamiento de algunas enfermedades del estómago, de ésta goma y de la corteza en sí también se extraen taninos, empleados en la industria del curtido de pieles (Agrodesierto, 1999).

### **3.3. Ganado criollo lechero (Reyna).**

El hato criollo, fundador de los actuales criollos Reyna se originó en la década de los 40, en la finca Santa Rosa propiedad de la familia Sacaza, producto de los animales traídos por los españoles en el siglo XV. En un principio (comunicación con el dueño de la finca) se emplearon varios cruces entre animales oriundos del lugar y Red poll. Este hato fundador le fue donado y/o vendido al Sr. Joaquín Reyna en el que posteriormente se inicio un proceso de selección en las hembras con base al color y producción de leche, hasta llegar al hato criollo Reyna actual (RAREN, 1999).

El aspecto general del Reyna es típicamente del ganado lechero. Es anguloso en su forma, cuerpo largo. La región de la paleta es angosta, la cruz es angulosa y la ubre bien formada.

Las hembras tienen el triángulo lechero bien desarrollado y los machos tienen el pecho ancho y la parte trasera angosta.

El ganado criollo lechero, según De Alba (1982), presenta múltiples características dentro de las cuales están: adaptabilidad al pastoreo en el trópico, alta fertilidad en condiciones de alimentación exclusivas con pastos tropicales, resistencia a parásitos externos (Garrapatas y Torzalos) y agilidad para desplazarse en las praderas.

El peso promedio de las vacas es de 380 hasta 400 kg, los machos alcanzan pesos de 550- 650 kg. Los bueyes pueden llegar a pesar 1000 kg. Es un ganado de temperamento manso y de fácil manejo (Toribio, 2001).

### 3.3.1. Producción y composición de la leche.

La leche es una emulsión de líquido análogo al plasma sanguíneo, constituido de una emulsión de lactosa y minerales y una suspensión de partículas proteicas, con un aspecto blanco y opaco. El olor de la leche es poco característico, pero si la ración contiene compuestos aromáticos puede adquirir olores anormales. Su peso específico está comprendido entre 1.028 – 1.034, disminuyendo cuando es rica en grasa.

La materia grasa de la leche está constituida de triglicéridos en un 98% o' 99%. Asociado con la grasa existen un complejo material liposoluble que incluye colesterol, fosfolípidos, caroteno, xantofila y vitaminas liposolubles. La materia grasa de la leche del rumiante y de la vaca en este caso, se caracteriza por una elevada proporción de ácidos grasos cortos (menores de 12 átomos de carbono), además de tener ácidos grasos intermedios (C<sub>14</sub> – C<sub>16</sub>) y mayores (C<sub>18</sub>).

La materia nitrogenada está constituida en un 95% de proteínas. De las proteínas la mas importante es la caseína (fosfoproteína) que está presente en forma de pequeñas partículas de un diámetro de 80-120 micras, y está formada por una mezcla de diferentes caseínas.

Otros compuestos como elementos minerales, enzimas, vitaminas, pigmentos y elementos biológicos como células y microbios son agregados en la leche.

La composición de la leche varía en función de diversos factores como son: efectos genéticos, edad, estado de lactación, enfermedades, manejo y la alimentación entre otros.

La alimentación tiene una influencia directa en la composición de la leche. A medida que el plano energético de la ración se incrementa, la producción de leche aumenta hasta cierto nivel, donde la disminución de este se asocia a los incrementos en las ganancias de peso vivo.

Los incrementos de los niveles de energía tienen poco efecto sobre el contenido de lactosa, sin embargo, una disminución de ésta refleja una restricción de la energía.

Los incrementos en los sólidos no grasos con el aumento de la energía en la ración se deben principalmente al incremento de la caseína, lactoalbúmina y  $\beta$  lactoglobulina.

Para un nivel dado de ingestión de energía, si se incrementan los niveles de proteína por encima de los estándares reconocidos, se nota muy poco efecto sobre la producción de leche y su composición, sin embargo, hay un incremento del nitrógeno no proteico, aunque por las pequeñas cantidades en que estos se encuentran los sólidos no grasos de la leche no se incrementan.

Los requerimientos de nutrientes de las vacas lactantes son superiores a los del ganado de carne, por tanto, para lograr niveles de producción de leche de moderados a altos, se requiere que las vacas consuman alimentos de alta calidad. La cantidad de alimentos requeridos para producir 1 kg de GMD equivale a los necesarios para producir 8 ó 9 kg de leche por día en vacas lecheras (Crowder y Chheda, 1982).

### **3.3.2. Factores que determinan la producción y composición de la leche.**

La cantidad de leche que produce una vaca, así como la composición de esta, está influenciada por un sinnúmero de factores, dentro de los cuales la alimentación es determinante.

Dado que la producción de leche se basa en el uso de los pastos, el promedio y fluctuación de los nutrientes contenidos en él y la variación en la disponibilidad del forraje a través del año llegan a ser en gran medida los factores determinantes de la producción de leche (Ruiz, 1983).

Alais (1981), señala que la insuficiencia o ausencia de heno o de paja en los regímenes compuestos de vegetales tiernos verdes y concentrados provocan descenso del contenido de grasa.

La alimentación y mas especialmente, el nivel de los aportes energéticos y de nitrógenos influyen sobre la evolución de la producción y la composición de la leche (Alais, 1981).

## IV. MATERIALES Y METODOS

### 4.1. Localización.

El experimento fue realizado en la finca "Santa Rosa" de la Universidad Nacional Agraria en Managua, Nicaragua, localizada geográficamente a los 12° 08' 15" latitud norte y los 86° 09' 36" longitud oeste. La temperatura media anual es de 28°C y la precipitación promedio es de 1200 mm anuales, con una marcada época seca de Noviembre a Mayo. Esto corresponde a una zona ecológica de vida de bosque tropical seco.

### 4.2. Establecimiento y manejo de *Moringa oleífera*.

La preparación de suelo se realizó de forma convencional usando tractor y herramientas mecánicas, iniciando con la limpieza manual del terreno, posteriormente la roturación con arado de disco seguido de dos pases de grada y por último el surcado. El Marango fue establecido como cultivo puro con semilla botánica a una distancia de 5 centímetros entre plantas y 40 centímetros entre surcos, sin riego, ni fertilización. Las semillas fueron plantadas a 1 cm de profundidad, colocando dos semillas por golpe. Durante el experimento se hicieron dos chapias manuales para mantener el cultivo libre de malezas. Antes de iniciar el experimento se realizó un corte de uniformidad para asegurar la disponibilidad de un rebrote de aproximadamente 45 días de edad. Para el suministro a los animales se cosechaba diariamente a una altura de 20 centímetros, y antes de picarlo se separaban los tallos que tuvieran un diámetro mayor a los 5 mm para asegurar una composición uniforme del forraje suministrado.

### 4.2. Manejo y alimentación de las vacas.

Para el experimento se utilizaron 6 vacas doble propósito criollas Reyna del hato de la Universidad Nacional Agraria, con un peso corporal de  $387 \pm 48$  kg, 6 años de edad aproximadamente, encontrándose entre la segunda y tercera lactación, entre 15 – 30 días después del parto. Antes de iniciar el ensayo a los animales se les aplicó vitaminas A, D<sub>3</sub> E y fueron tratados con Ivomec contra parásitos externos e internos y vacunadas contra ántrax. Los

animales fueron pesados al inicio del ensayo y alojadas individualmente en un establo bien ventilado. Las vacas se ejercitaron diariamente en un área común, mientras se realizaba el ordeño y la limpieza de los boxes individuales.

Un área de pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú de 60 días de edad sin riego, ni fertilización fue utilizado para la producción de heno. El heno fue hecho de acuerdo al procedimiento standard usando tractor y equipo mecánico. El pasto fue cosechado con una cortadora mecánica y secado al sol en el campo durante 24 horas, posteriormente fue embalado y almacenado bajo techo en una bodega.

El forraje de Marango era cosechado diariamente con machete y picado en una picadora mecánica. A todos los animales se les suministró agua ad libitum y sales minerales de acuerdo a los requerimientos.

El heno de *Brachiaria brizantha* (HBB) y la melaza de caña de azúcar eran mezcladas antes de suministrárseles a las vacas. HBB con melaza y el forraje de Marango fueron ofertados individualmente en comederos separados, dos veces al día, a las 7:00 AM y 3:00 PM respectivamente. La cantidad total de alimento ofrecido (kg de MS/vaca/día) fue el mismo para los tres tratamientos en estudio.

El consumo voluntario de los alimentos (HBB con melaza y Marango, separadamente) fue estimado diariamente durante las semanas de evaluación de cada período experimental por el método convencional, calculando la diferencia entre el alimento ofrecido y el alimentado rechazado. Por ello, los alimentos se pesaban antes de suministrárselos individualmente a las vacas y al día siguiente antes de ofrecer el nuevo alimento, el alimento rechazado era colectado y pesado por separado.

El HBB con melaza y el forraje de Marango, ofrecido y rechazado, se muestreó diariamente y se almacenaron en un congelador. El contenido de materia seca fue determinada en cada muestra (a 65<sup>0</sup> C por 48 horas), molidas y almacenadas (en recipientes de vidrios debidamente identificados), para subsecuentes análisis químicos.

Las vacas se ordeñaban manualmente por las mañanas (6:30 h) con la presencia del ternero y la producción de leche se pesaba diariamente. Las muestras de leche por vaca se colectaban diariamente durante la semana de evaluación de cada período experimental y se mantenían en refrigeración. Al final de cada período experimental, las muestras fueron enviadas al laboratorio Tecnología de Alimentos (TECNOAL) y las muestras de cada vaca se mezclaban para obtener una muestra por vaca por período.

#### **4.4. Análisis químicos.**

A las muestras de leche se les determinó sólidos totales, proteína bruta por el método de Kjeldahl de acuerdo con la Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1990) y grasa por el método de S.M. Babcock (1980).

La evaluación sensorial de las muestras de leche se realizó con un grupo de quince panelistas con experiencia en la captación de leche cruda, los que aplicaron el test de diferencia triangular, utilizando como patrón una muestra de leche cruda con características organolépticas de aspecto, color, olor y sabor normales.

#### **4.5. Diseño experimental y análisis estadístico.**

El diseño experimental utilizado fue un Doble Cuadrado Latino 3 x 3 (Lucas, 1983). Cada período experimental tuvo una duración de 5 semanas de las cuales las 3 primeras semanas eran de adaptación a los tratamientos y las otras 2 semanas de evaluación y recolección de datos. Iniciándose el 12 de Mayo al 23 de Agosto del 2003.

Los tratamientos evaluados fueron:

T1: Heno de *Brachiaria brizantha* + melaza + 3 kg MS *Moringa oleífera*

T2: Heno de *Brachiaria brizantha* + melaza + 2 kg MS *Moringa oleífera*

T3: Heno de *Brachiaria brizantha* + melaza

Los datos fueron analizados utilizando el Modelo Lineal General del Software MINITAB versión 12.0 (Minitab, 1998). El procedimiento de separación de medias por la prueba de Tukey del Minitab fue utilizado cuando las diferencias entre tratamientos eran significativas. El modelo matemático utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + S_i + C_{j(i)} + P_k + T_l + \epsilon_{ijkl}$$

Donde  $\mu$  es la media general

$S_i$  es el efecto aleatorio de cuadrado

$C_{j(i)}$  es el efecto aleatorio de vaca dentro del cuadrado

$P_k$  es el efecto fijo de período

$T_l$  es el efecto fijo de tratamiento

$\epsilon_{ijkl}$  es el error residual aleatorio.

## X. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Consumo de materia seca total.

En los resultados encontrados en el análisis de varianza para el consumo de materia seca total, (Cuadro 10), se puede apreciar que existe un efecto altamente significativo ( $P < 0.01$ ), de los tratamientos estudiados, por otro lado no existe efecto significativo ( $P > 0.05$ ) para cuadrado, vacas dentro de cuadrados y períodos.

**Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable consumo de materia seca total.**

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P
Cuadrados	1	0.0004	0.0004	0.00	0.979 ns
Vacas (cuadrados)	4	0.5236	0.1309	0.28	0.885 ns
Períodos	2	3.3674	1.6837	3.56	0.078 ns
Tratamientos	2	37.8096	18.9048	40.00	0.000**
Error	8	3.7806	0.4726		
Total	17	45.4816			

ns: no significativo

\*\* : ( $P < 0.01$ ) altamente significativo

Al realizar la comparación de medias por la prueba de Tukey para el Consumo de Materia Seca, cuadro 11, con respecto a los diferentes tratamientos, mostró que el mayor consumo se obtiene con el tratamiento I (3 kg MS de Marango) con 6.71 kg MS/vaca/día, el que difiere estadísticamente ( $P < 0.01$ ) del tratamiento III (solamente heno de *Brachiaria*) que obtuvo el menor consumo con 3.27 kg MS/vaca/día, pero no difiere significativamente ( $P > 0.05$ ) del consumo obtenido con el tratamiento II (2 kg MS de Marango) con 5.78 kg MS/vaca/día.

Los resultados encontrados en nuestro experimento con relación a la variable consumo de materia seca coinciden con lo reportado por Castellón y Gonzáles (1996), que al comparar animales que consumían heno de pasto estrella o heno de hojas de Marango (0.6% MS con relación al peso vivo) encontraron diferencias significativas en el consumo.

**Cuadro 11. Comparaciones de medias obtenidas con la variable consumo de materia seca total en kg MS/vaca/día.**

Tratamientos	Medias (kg MS /vaca/día)	Prueba Tukey
I	6.71 ± 0.2806	A *
II	5.78 ± 0.2806	A
III	3.27 ± 0.2806	B

\* Letras que difieren entre sí muestran un efecto significativo  $P < 0.05$

La tendencia encontrada en aumentar el consumo de materia seca cuando se incluye una mayor cantidad de Marango en la ración, se explica según Becker (1995), en que los componentes de contenido celular del Marango tienen altos niveles de sustancias liberadoras de energía, que son conocidas por incrementar la síntesis de proteína microbiana. Por otro lado, Becker (1995) también observó que las tasas de fermentación de raciones con diferentes proporciones estándar heno:Marango producían variaciones en la fermentación en comparación con ambos alimentos cuando se suministraban por separado. Esto demuestra que existe evidencia de un posible efecto asociativo en la digestión y asimilación de ambos alimentos cuando son suministrados al mismo tiempo.

Ketelaars et al., (1991), por su parte encontró que las plantas que incrementan el nivel de proteína en la ración, como el Marango, tienen un efecto positivo sobre el consumo, debido a que estimulan un aumento en el nivel de eficiencia en la utilización de la energía metabolizable, producida por una mayor actividad microbiana; lo que coincide con Flores y col., (1979), que demostraron que la presencia de árboles forrajeros en la dieta aumenta el consumo voluntario y la eficiencia de utilización de la energía proveniente de las gramíneas.

## **5.2. Producción de leche (kg/vaca/día).**

En el cuadro 12 se muestra el análisis de varianza para la variable producción de leche (kg/vaca/día), encontrándose que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) para los

cuadrados y las vacas dentro de cuadrados, mostrando diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) únicamente para los períodos y tratamientos.

**Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable producción de leche.**

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P
Cuadrados	1	0.0187	0.0187	0.08	0.791 ns
Vacas (cuadrados)	4	2.4652	0.6163	2.48	0.128 ns
Períodos	2	12.6735	6.3368	25.50	0.000 **
Tratamiento	2	5.6213	2.8107	11.31	0.005 **
Error	8	1.9882	0.2485		
Total	17	22.7670			

ns : no significativo

\*\* ( $P < 0.01$ ) altamente significativo

Al comparar las medias por la prueba de Tukey para la producción de leche, cuadro 13, con relación a los diferentes tratamientos encontramos que la mayor producción de leche se obtuvo con el tratamiento I (3 kg MS de Marango) con 3.09 kg/vaca/día, el que difiere estadísticamente ( $P < 0.01$ ) del tratamiento III (solamente heno de *Brachiaria*) que obtuvo la menor producción con 1.80 kg/vaca/día, pero no difiere significativamente ( $P > 0.05$ ) de la producción obtenida con el tratamiento II (2 kg MS de Marango) que fue de 2.83 kg/vaca/día.

**Cuadro 13. Comparaciones de medias obtenidas con la variable producción de leche (kg/vaca/día).**

Tratamientos	Medias	Prueba Tukey
I	3.09 ± 0.2035	A *
II	2.83 ± 0.2035	A
III	1.80 ± 0.2035	B

\* Letras que difieren entre si de forma vertical poseen diferencias significativas ( $P < 0.05$ )

Estos resultados presentan la misma tendencia mostrada por la variable consumo de materia seca, confirmando que a mayor consumo, mayor producción de leche. Los tratamientos I y II producen 41% y 36% más leche/vaca/día que el tratamiento control (solamente heno de *Brachiaria*).

Estos resultados son similares a los reportados por Foidl et al., (1998), quienes encontraron que las vacas alimentadas con Marango producen un 30% más de leche y a los reportados por Seijas y Combellas (1992b) que obtuvieron incrementos en producción de leche del 37.5% utilizando Melaza-Urea + Harina de Algodón como fuente de proteína sobrepasante con vacas en pastoreo.

Flores y Col., (1979), establecieron que el uso de bancos de proteínas como suplemento en la alimentación del ganado lechero incrementa la producción, esto se debe al gran contenido de proteína sobrepasante de los árboles forrajeros. Por otro lado, al incrementar los niveles de follaje de las especies arbóreas en la ración basal de pastos tropicales de baja calidad, el aporte de Nitrógeno microbiano al intestino de los rumiantes se incrementa linealmente, lo que indica que la proteína de las especies arbóreas se utiliza para la síntesis de proteína microbiana (FAO, 1999), lo que permite el aumento en la producción de leche en los animales.

Sin embargo, nuestros resultados son superiores a los informados por Rocha y Mendieta (1998), que encontraron que la suplementación con Marango al nivel de 0.3% del peso vivo resultaba en una producción de leche del 13% superior al rendimiento del tratamiento control que fue pasto de Jaragua (*Hiparrhenia ruffa*) y rastrojo de Sorgo (*Sorghum vulgare*), es importante destacar que los niveles de inclusión de Marango en nuestro ensayo son superiores a los utilizados por Rocha y Mendieta (1998). Además, son superiores a los reportados por Saucedo y col. (1980), que obtuvieron incrementos en producción de leche del 17% con vacas en pastoreo de Bermuda (*Cynodon dactylon*) y utilizando *Leucaena leucocephala* como banco de proteína.

### **5.3. Porcentaje de grasa en la leche.**

En el cuadro 14 se muestra el análisis de varianza para porcentaje de grasa en la leche, en el cual puede observarse que no existen diferencias significativas ( $P>0.05$ ) para los cuadrados y los

tratamientos, encontrándose diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) para los períodos y las vacas dentro de cuadrados.

**Cuadro 14. Análisis de varianza de porcentaje de grasa.**

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P
Cuadrados	1	0.02000	0.02000	0.45	0.522 ns
Vacas (cuadrados)	4	1.75111	0.43778	9.79	0.004 *
Períodos	2	0.54111	0.27056	6.05	0.025 *
Tratamiento	2	0.30778	0.15389	3.44	0.084 ns
Error	8	0.35778	0.04472		
Total	17	2.97778			

ns: no significativo

\*: significativo.

En el cuadro 15 se muestran los contenidos promedios de grasa (%) de la leche según los diferentes tratamientos estudiados.

**Cuadro 15. Contenido promedio de grasa en la leche por tratamiento.**

Tratamiento	Medias
I	$3.87 \pm 0.0863$
II	$3.98 \pm 0.0863$
III	$4.18 \pm 0.0863$

El contenido de grasa fue menor en el tratamiento I (3 kg MS de Marango), con 3.87%, aunque no difiere significativamente de los tratamientos II y III con 3.98 y 4.18% de grasa respectivamente.

De Alba (1958), en un experimento realizado con ganado criollo lechero encontró 4.6 % de grasa en la leche producida, este dato es superior a los obtenidos en nuestro experimento que se

ubican entre 3.87 y 4.18 %. No obstante, estos últimos son superiores a los reportados por Arredondo y Combellas (1982), que en un experimento con vacas lecheras obtuvieron 3.2 y 3.3% de grasa al suministrar *Gliricidia sepium* y concentrado a vacas en pastoreo.

Judkins y Keener (1989), reportan los siguientes contenidos de grasa (%) de la leche según la raza de las vacas:

**Cuadro 16. Contenidos de grasa de diferentes razas.**

Ayrshire	3.85
Pardo suizo	4.001
Guernsey	4.98
Holstein	3.45
Jersey	5.14

Los resultados de nuestro experimento con relación al contenido de grasa que se ubicó entre 3.87 y 4.18% son superiores o similares a los reportados por Judkins y Keener (1989) para vacas Holstein, Ayrshire y Pardo Suizo e inferiores que los valores encontrados en Jersey y Guernsey.

La influencia de la alimentación sobre la secreción de grasa es compleja, en el caso de la época seca en los animales se produce una disminución de los ácidos grasos de cadena corta (C4 a C12) e intermedios (C14 a C16) y por otra parte un aumento de la secreción de los ácidos de cadena larga. Estos dos fenómenos se compensan y explican las débiles variaciones en el porcentaje de grasa. El aumento de la secreción de los ácidos grasos de cadena larga esta ligado a la utilización de las reservas corporales, esta acción sobre el porcentaje de grasa no es sistemática. Por lo general, cuando los henos son de pobre calidad se observa un ligero incremento en los porcentajes de grasa y una disminución de los sólidos no grasos de la leche (Boada y col. 1984).

Por otro lado, para un nivel dado de ingestión de energía si se incrementan los niveles de proteína por encima de los estándares reconocidos se nota poco efecto sobre el porcentaje de grasa en la leche (Boada y col. 1984)

#### 5.4. Porcentaje de proteína en la leche.

En el cuadro 17 se muestra el análisis de varianza para el porcentaje de proteína bruta en la leche, en el cual puede observarse que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) para cuadrados, vacas (dentro de cuadrados) y tratamientos, mostrando diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) para períodos.

**Cuadro 17. Análisis de varianza del porcentaje de proteína en la leche.**

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P
Cuadrados	1	0.00009	0.00009	0.00	0.946 ns
Vacas (cuadrados)	4	0.20156	0.05039	2.74	0.105 ns
Períodos	2	0.46721	0.23361	12.72	0.003 *
Tratamiento	2	0.03454	0.01727	0.94	0.430 ns
Error	8	0.14691	0.01836		
Total	17	0.85031			

ns: no significativo

\*: significativo

En el cuadro 18 se muestran los contenidos promedios de proteína (%) de la leche según los diferentes tratamientos estudiados.

**Cuadro 18. Porcentaje promedio de proteína bruta en la leche por tratamiento.**

Tratamiento	Medias (%)
I	$3.46 \pm 0.0553$
II	$3.35 \pm 0.0553$
III	$3.38 \pm 0.0553$

El contenido de proteína bruta (%) en la leche no mostró ningún efecto significativo en los tres tratamientos.

En la actualidad, el contenido de proteína en la leche es el factor más importante que se toma en cuenta en el mercado mundial de lácteos, para cumplir con la demanda de los consumidores. Una mayor cantidad de leche es usada para la producción de quesos y la demanda de productos lácteos y quesos bajos en grasas, continúa incrementándose (Schingoethe, 1996).

Por otro lado, debe tenerse en cuenta que aún cuando la grasa es un componente importante de todo queso, la caseína es aún mas importante y que el primer punto fundamental en la fabricación de quesos, es la obtención de la caseína junto con los demás sólidos de la leche, separados del volumen de agua de la misma (Judkins y Keener, 1989). De ahí, la importancia que en nuestro trabajo se vislumbre una pequeña tendencia a incrementar el contenido de proteína en la leche cuando se incrementa el nivel de inclusión de Marango en la ración diaria de las vacas.

Muchos factores como la salud de la vaca, medio ambiente, estado de lactación, genética y la alimentación pueden influenciar en la producción de leche y en su contenido de proteína. Todos estos factores no pueden ser controlados, pero algunos pueden ser manejados para incrementar la producción y el contenido de proteína en la leche (Schingoethe, 1996).

Nuestros resultados coinciden con lo expresado por Emery (1978), que dice que no hay efecto significativo del contenido de proteína de la ración sobre el contenido de proteína de la leche, él encontró que el contenido de proteína de la leche solo incrementa 0.02 % por cada 1% que incrementa el contenido de PB en la dieta. No obstante, este autor no toma en cuenta la degradabilidad ruminal de la proteína dietética debido a que el conocimiento de efecto de este factor era incompleto en el año en que se realizó el estudio. Cuando esto es considerado, Spornly (1989) observó que no había relación entre el contenido de proteína en la dieta y el porcentaje de PB en la leche ( $r = 0.06$ ), pero para la producción de proteína en la leche y en la PB dietética estaban correlacionadas ( $r = 0.37$ ). Estas discrepancias son debidas a las diferencias en digestibilidad post ruminal y composición de aminoácidos de la proteína dietética.

### 5.5. Porcentaje de sólidos totales en la leche.

En el cuadro 19 se muestra el análisis de varianza para porcentaje de sólidos totales en la leche, en el cual se puede observar que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) para los tratamientos, mientras que los cuadrados, las vacas dentro de cuadrados y los períodos muestran diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ).

En el cuadro 20 se muestran los contenidos promedios de sólidos totales (%) de la leche según los diferentes tratamientos estudiados.

**Cuadro 19. Análisis de varianza para el porcentaje de sólidos totales.**

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P
Cuadrados	1	0.39605	0.39605	6.50	0.034 *
Vacas (cuadrados)	4	1.32644	0.33161	5.45	0.020 *
Período	2	2.15488	1.07744	17.69	0.001*
Tratamiento	2	0.06821	0.03411	0.56	0.592 ns
Error	8	0.48718	0.06090		
Total	17	4.43276			

ns: no significativo

\*: significativo

**Cuadro 20. Porcentaje promedio de sólidos totales en la leche por tratamiento.**

Tratamientos	Medias (%)
I	13.06 ± 0.1007
II	13.12 ± 0.1007
III	13.21 ± 0.1007

La importancia de la prueba de sólidos totales es proteger al público de la leche con bajo contenido de grasa y sólidos, causados por agregar agua o por el descremado de la leche. Los

resultados de nuestro experimento con relación al contenido de sólidos totales (%) en la leche son superiores a los requisitos federales en USA que según Judkins y Keener (1989), establecen 3.25 % de grasa y 11.25 % de sólidos totales en la leche.

El contenido de sólidos totales no mostró diferencias significativas en los tres tratamientos. Esto es coherente con lo expresado por Vélez (1997), con relación a que la dieta puede producir variaciones marcadas en cuanto al porcentaje de grasa, seguido de la proteína mientras que los niveles de los sólidos totales tienden a ser constantes.

Por otro lado, estos resultados de forma general son superiores a los contenidos de sólidos totales (%) en la leche reportados por Reinart y Nesbitt (1956), para vacas Ayrshire, Pardo Suizo y Holsteins que fueron de 12.69, 12.69 y 11.91 % respectivamente. Además, son superiores o similares a los reportados por Judkins y Keener (1989), para vacas Holstein, Ayrshire y Pardo Suizo con 11.93, 12.72 y 13.41 % respectivamente.

Sin embargo, son inferiores a los reportados por Reinart y Nesbitt (1956), para vacas Guernsey y Jersey de 13.69 y 14.15 % respectivamente e inferiores también a los valores encontrados por Judkins y Keener (1989), para vacas Guernsey y Jersey con 14.55 y 14.57 %.

#### **5.6. Características organolépticas de la leche (color, olor y sabor).**

Según Judkins y Keener (1989), la leche producida bajo condiciones adecuadas tiene un gusto ligeramente dulce y un tenue sabor aromatizado. El sabor dulce proviene de la lactosa y el aroma, principalmente de la grasa. Tanto el sabor como el olor se afectan muy fácilmente por los alrededores desaseados o por la alimentación de las vacas. La leche normal tiene un color ligeramente blanco amarillento debido a la grasa y a la caseína, así como a pequeñas cantidades de materia colorante. La grasa y la caseína existen en la leche en suspensión en un estado finamente dividido, de ahí que impidan que la luz pase a través de ellas. Esta opacidad hace que la leche aparezca blanca. La raza de la vaca y su alimentación tienen cierto efecto sobre el color de la leche.

Uno de los defectos que presenta el sabor de la leche es el proveniente de los alimentos. Estos aparecen cuando las vacas consumen forrajes o alimentos con sabor fuertes o cuando respiran olores penetrantes. Estos gustos y olores son absorbidos a nivel del pulmón o del tubo gastrointestinal y a través de la circulación sanguínea pasan a la leche (Vélez, 1997b; Vélez et al., 2002).

Existe alguna evidencia en la literatura que la alimentación de vacas lecheras con Marango puede cuasar olor, color y sabor no característico de una leche normal, por eso se recomienda que el ordeño se realice al menos tres horas después que los animales hallan consumido el Marango para evitar olor y sabor a hierba en la leche (Agrodesierto, 1999).

En el cuadro 21 se observan los resultados obtenidos del análisis sensorial de la leche proveniente de vacas que consumían raciones conteniendo diferentes niveles de Marango, donde no se encontraron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre tratamientos para las características olor, sabor y color. Esto podría deberse a que el ordeño se realizó 14 horas después de que las vacas consumieron el Marango.

**Cuadro 21. Análisis sensorial de la leche según los diferentes tratamientos estudiados.**

Tratamiento	Evaluación sensorial de la leche		
	Olor	Sabor	Color
Heno de Brachiaria + 3 kg MS de marango	Normal	Normal	Normal
Heno de Brachiaria + 2 kg MS de marango	Normal	Normal	Normal
Heno de Brachiaria	Normal	Normal	Normal

Análisis realizados por TECNOAL, 2003.

## VI. CONCLUSIONES

Esta investigación permitió cumplir con el objetivo general propuesto de evaluar el efecto de diferentes niveles de Marango en la alimentación de vacas lecheras criollas sobre el consumo, producción y composición de la leche y con base en los resultados obtenidos llegamos a las siguientes conclusiones:

1. Los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento I (Heno de *Brachiaria brizantha* + melaza + 3 kg MS *Moringa oleifera*) con un consumo de  $6.71 \pm 0.2806$  kg de MS/vaca/día y una producción de 3.09 kg de leche/vaca/día que es superior en 49% y 42% al tratamiento III (Heno de *Brachiaria brizantha* + melaza).

2. Los niveles de inclusión de *Moringa oleifera* (2 y 3 kg MS/vaca/día) en la ración de vacas lecheras, estudiados en el presente trabajo, no tienen ningún efecto significativo sobre la composición química de la leche (% de grasa, % de proteína y % de sólidos totales) y sus características organolépticas (olor, sabor, color).

## VII. RECOMENDACIONES

1. Utilizar *Moringa oleifera* como banco de proteína, cortarlo con una edad de aproximadamente 45 días de rebrote y suministrárselo a las vacas a razón de 2 kg MS/vaca/día para aumentar el consumo voluntario y la producción de leche, sin afectar la composición química, ni las características organolépticas de la leche.
2. Por ser una especie forrajera de fácil propagación y de gran palatabilidad para los rumiantes recomendamos su inclusión en los programas de transferencia de tecnologías para pequeños y medianos productores como una fuente alternativa de alimentación.
3. Realizar estudios de la utilización de *Moringa oleifera* en forma de harina y de ensilaje para alimentación de vacas lecheras, como una forma de optimizar el aprovechamiento de los excedentes de biomasa producido por esta especie en la época de lluvia.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- Abauza, M.A.; Lascano, C.E.; Giraldo, H. y Toledo, J.M. 1991. Valor nutritivo y aceptabilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales en suelos ácidos. Colombia. Pasturas tropicales. 13:2-9.
- Agrodesierto, 1998. Programa agroforestales (*Moringa oleifera*), direccion electronica (en linea) [www.agrodesierto.com](http://www.agrodesierto.com)
- Agrodesierto, 1999. Programa agroforestales (*Moringa oleifera*), direccion electrónica (en linea) [www.agrodesierto.com](http://www.agrodesierto.com)
- Agrodesierto, 2002. Programa agroforestales (*Moringa oleifera*), direccion electrónica (en linea) [www.agrodesierto.com](http://www.agrodesierto.com)
- Alais, Ch. 1981. Ciencia de la leche: Principios de técnica lechera. Francia.
- Anzola, H. 1980. Efectos de diferentes niveles de suplementación con follaje de Morera (*Morus sp*), sobre el crecimiento y consumo de corderos alimentados con pastos *Pennisetum purpureum*. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Serie técnica. Informe técnico N° 67: 40-42.
- Araya, 1999. citado por la FAO, 1999. en avances en la producción de leche y carne en el Trópico Americano. Santiago, Chile.
- Aregheore, E.M. 2002. Intake and digestibility of *Moringa oleifera*-bait grass mixtures by growing goats. Department of Animal Science, University of the South Pacific, Apia. Samoa.
- Arredondo, B.; Combellas, J. 1982b. Citado por J. Combellas y D. Mata. 1992. Avances en la producción de leche y carne en el Trópico Americano. Santiago, Chile.

Becker, K. 1995. Studies on Utilization of *Moringa oleifera* Leaves as Animal Feed. Institute for Animal Production in the Tropics and Subtropics (480). University of Hohenheim, Stuttgart, Germany. 15 p.

Benavides E.J. 1983. Investigación en árboles forrajeros: técnicas agroforestales. CATIE, Turrialba. Costa Rica.

Benavides E.J. 1986. Efecto de diferentes niveles de suplementación con follaje de Morera (*Morus sp*) sobre el crecimiento y consumo de corderos alimentados con pasto (*Pennisetum purpureum*). CATIE, Turrialba. Costa Rica.

Bianchi M.L.P; Silva H.C.; Campos M.A.D. 1983. Effect of Several Treatments on the Oligosaccharide Content of a Brazilian Soybean Variety. Journal Agriculture Food Chemistry 31: 1364-1366.

Boada; Lannes, M.; Vargas, A.; Garcia, R.; Rodríguez, M.; Iglesias, R.; Azun, J. 1984. Nutricion Animal II. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de la Habana.

Camero, L.A. 1994. Poro (*Erythrina poeppigiana*) y Madero negro (*Gliricidia sepium*) como suplementos proteicos en la producción de leche. Agroforesteria en las Américas 1(1): 6-8.

Castellón C.V del C.; González C.J.R. 1996. Utilización del Marango (*Moringa oleifera*) en la Alimentación de Novillos en Crecimientos Bajo Régimen de Estabulación. Tesis. Lic. Zootecnia. Managua, Nicaragua. UCA. 44 p.

CATIE, 1990. Memorias de conferencias internacionales sobre sistemas y estrategias de mejoramiento Bovino en el trópico.

Clavero T.; Razz R.; Rodríguez A. 1999. Efecto de la densidad de siembra y la frecuencia de corte sobre la producción de biomasa y energía bruta en *Gliricidia sepium*. Universidad de Zulia. Facultad de Agronomía. Centro de Transferencia y Tecnología en Pastos y Forrajes, Rev. Fac. Agron. (LUZ). 1999, 16 Supl. 1: 226-230.

Crowder, L. 1977. Potential of tropical zone cultivated Forage for ruminant production. In winrok repor potential of thi word forage for ruminant production. 49-78 pp.

Crowder, L.V.; Chheda, H.R. 1992. Citado por Pezo 1992. Avances en la producción de leche y carne en el Trópico Americano. Santiago, Chile.

Corrales B. 1993. Criterios zootécnicos de conservación y utilización del Ganado criollo (Reyna) en fincas lecheras o de doble propósito, en el Trópico seco de Nicaragua. Turrialba, Costa Rica. Tesis de Maestría.

Cowan, R.T.; Byford, I.F.R.; Stobbs, T.H. 1975. Citado por Pezo et al., 1992. Avances en la producción de leche y carne en el Trópico Americano. Santiago, Chile.

De Alba, J.; Carrera, C. 1958. Selección del ganado criollo lechero tropical. Turrialba, Costa Rica.

De Alba, J. 1973. Alimentación del ganado en América Latina. Turrialba, Costa Rica.

De Alba, J. 1982. Tipificación y registro del criollo lechero, CATIE, Turrialba Costa Rica. 36p.

Delgado, D., Galindo, J. Chongo, B., Geerken, C.; Curbelo, T. 1996. Rev. Cubana Cienc. Agric. 30:283.

D'Souza, J.; Kulkarni A.R, 1990. Comparative Studies on Nutritive Values of Tender Foliage of Seeding, and Mature Plants of *Moringa oleifera* (Lam). The Ind. J. Nutr. Dieted. 27:205-212.

- D'Souza, J.; Kulkarni AR, 1993. Comparative Studies on Nutritive Values of Tender Foliage of Seeding, and Mature Plants of *Moringa oleifera* Lam. J. Econ. Tax Bot. 17(2) 479-485 p.
- Duke J. A. 1983. Handbook of energy crops (*Moringa oleifera*). Purdue University, Center for New Crops and Plants Products.
- ECHO (Enviromental Council Humans Organization). 1995. Alley cropping to sustain yields. ECHO Developmen Notes, Issue 49. 1-2 pp.
- Emery, R. S. 1978. Feeding for increased milk protein.
- FACT (Publicación de la Red de Información sobre Árboles para Bosques fincas y Comunidades). 1996. *Moringa oleifera* como árbol perfecto para huertos caseros, Departamento de Recursos Naturales, División Forestal y Vida Silvestre. Hawai – USA.
- FAO (Food Agronomics Organization). 1991. Legumes trees and other fodder trees as protein sources for livestock . A. Speedy and P. L. Pugliese (eds.) FAO Animal Production and Health Paper 102, Rome, 339p.
- FAO (Food Agronomics Organization). 1992. Necesidades de vitaminas A, He, Folato y Vitamina B12 informe de una consulta mixta FAO/OMS de expertos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 1992.
- FAO. 1992. Avances en la producción de leche y carne, en el Trópico Americano Santiago, Chile.
- FAO, 1999. Agroforesteria para la Producción Animal en América Latina. Roma. 515p.
- F/FRED (Forestry / Fudwood Research and Development Project). 1992. Growing Multipurpose Tree on Smol Farms. Bangkok Thailand: Winrock International. 195 + ixpp (including 41 species fact cords)

Flores, J.F.; Stobbs, T.H.; Minson, D.J. 1979. Citado por Pezo et al., 1992. Avances en la producción de leche y carne en el Trópico Americano. Santiago, Chile.

Foild, N.; Siles; Sánchez. 1995. MARANGO, *Moringa oleifera* Lam. Moringaceae. Especies para reforestación en Nicaragua. Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. Servicio Forestal Nacional.

Foild, N.; Mayorga, L.; Vásquez, W. 1999. Utilización del Marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para el ganado. Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal en América Latina.

Funes, F; Febles, G; Pérez, F. 1979. Los pastos y el desarrollo ganadero en Cuba. En los pastos en Cuba . Tomo 1- Producción. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. 1-19 pp.

Gopala, P.R.K; Mallikarjuna, K; Guraraja, R.G. 1980. Nutritional Evaluation of Some Green Leafy Vegetables. Ind. J. Nutr. Dietet. 17: 9-12.

Gopalan, C. 1994. Nutritive values of Indian Foods, Intitute National de Nutrición, India.

Gupta, K; Barat, G.K.; Wagle, DS; Chawla, HKL. 1989. Nutrient Contents and Antinutritional factors in Conventional and Non-Conventional Leafy Vegetables. Food Chemistry 31: 105-116.

Heaney, H.G; Fewick, S.L. (1980) citado por Makkar, HPS y Becker, K. 1997. Nutrients and antiquality factors in different morphological pars of the *Moringa oleifera* tree. Journal of agricultural Science, Cambridge. 128: 311-332.

Humphreys, L.R. 1967. Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*, L.) In Australia Tropical Grasslands 1: 123-134.

Hutton, M.J. 1992. Ganadería mestiza a base de pastos en condiciones húmedas y subhúmedas de la Cuenca del Lago Maracaibo. En: González S. C. Maracaibo, 365-380pp.

INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2002. Estación Meteorológica del Aeropuerto Internacional, Managua.

IRENA (Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente). 1993. Árboles/ arbustos forrajeros. Nota técnica N° 17.

Jarquín, S.J.M.; Jarquín, C.M.H y Reyes S.N. 2003. Producción de Biomasa de Moringa oleífera, bajo diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte en el trópico seco de Nicaragua. Tesis. Ing. Agron. Facultad de Ciencia Animal. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua. 59 p.

Judkins F.H.; Keener A.H. 1989. La leche: su producción y procesos industriales. México.

Kailasapathy, K; T. 1986. Effect of Wilting on the Ascorbate Content of Selected Fresh Green Leafy Vegetables consumed in Sri Lanka. 259-261pp.

Ketelaars et al., 1991. Citado por el proyecto Biomasa, 1999. Guía técnica del cultivo de Marango (*Moringa oleífera*) Universidad Nacional de Ingeniería. Nicaragua. Cooperación Técnica de la Republica de Austria.

LABSA (Laboratorio de suelo de la Universidad Nacional Agraria). 2001. Análisis químico y físico de las condiciones del suelo de la finca Sabana Grande, Managua-Nicaragua.

Lascano; C.; Ávila; P. 1991. Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. Colombia. Pasturas Tropicales. 13: 2-10.

- Leiner. 1994. citado por Makkar, H.P.S.; Becker, K. 1996. Nutritional Value and Antinutritional Components of Whole and Ethanol Extracted *Moringa oleifera* Leave. *Animal Feed Science Technology*. 63: 211-228.
- Leng, R.A. 1988. Limitaciones metabólicas en la utilización de caña de azúcar y sus derivados para el crecimiento y producción de leche en rumiantes. En: Memoria del seminario-Taller sobre Sistemas para la Producción Animal y Energía Renovable con Recursos Tropicales. CIPAV. Cali, Colombia. Tomo II. 1-24p.
- Loupe, D; Yossi, H. 1999. Les haies vives defensives en zones seches et. Subhumides d'Afrique de l'Ouest. Atelier Jacheres, Dakar.
- Makkar, H.P.S.; Becker, K. 1996. Nutritional Value and Antinutritional Components of Whole and Ethanol Extracted *Moringa oleifera* Leave. *Animal Feed Science Technology*. 63: 211-228.
- Makkar, H.P.S.; Becker, K. 1997. Nutrients and antiquality factors in different morphological pars of the *Moringa oleifera* tree. *Journal of agricultural Science, Cambridge*. 128: 311-332.
- Malik, M.Y; Abhtra, A.S; Shah, W.H., 1967. Chemical composition of indigenous fodder leaves (*M. Pterygosperma*). *Pakistan J. Sci.*; 19(4), 171-174.
- Mármol, F.J. 1994. Evaluación de accesiones de *Leucaena* en el bosque tropical. *Rev. Fac. Agron. (Luz)* 11(1): 4352.
- Membreño, G.C. de J. 1989. Estudio preliminar de dos variedades de *Leucaena leucocephala* (Lam) a diferentes densidades de siembra. Tesis (Ing. Agr.) Instituto superior de ciencias agropecuarias, Escuela de Producción Animal, Managua- Nicaragua. 42p.

Mendieta B.; Reyes N.; Alfranca, O. 2000. Estrategia de desarrollo pecuario para el departamento de Chontales. Tesis Mag. Sc. Managua, Nicaragua, Universidad Autónoma de Barcelona.

Morales, E.A.; Paguaga, R.E. 2001. Estudio descriptivo de la carcasa de cerdos alimentados con diferentes niveles de inclusión de Marango (*Moringa oleífera* Lam). Tesis Ing. Agrónomo. Managua, Nicaragua. 49 p.

Nitis, I.M.; Lana, K.; Sukanten, W.; Svarna, M. & Putra, S. 1990. The concept and development of the three – strata forage system. In: shrubs and tree fodders for farm animals. C. Devendra (Ed.) Proceeding of a workshop in Denpasar, Indonesia. IDRC. pp 92-102.

Norton, B.W. 1984. Citado por Pezo et al., 1992. Avances en la producción de leche y carne en el Trópico Americano. Santiago, Chile.

NRC. 1988. Nutrients Requirement of dairy Cattle. Six revised edition. National Research Council. EE-UU, Washington. 157p.

Oviedo, F.J., Benavides, J.E.; Vallejos M. 1994. Evaluación bioeconómica de un modulo agroforestal auto sostenible con cabras lecheras en Turrialba, Costa Rica. En: J. Benavides (ed) « Árboles y arbustos forrajeros en América Central ». Vol. II. Serie técnica, informe técnico N°. 236. Turrialba, C.R. CATIE. pp. 610-630.

Oviedo; J.F. 1995. Morera (*Morus alba*) en asocio con Poro (*Erythrina poeppigiana*) y como suplemento para vacas lecheras en pastoreo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R.

Pearson, C.J.; Ison, R.L. 1987. Citado por Pezo et al. , 1992. Avances en la producción de leche y carne en el Trópico Americano. Santiago, Chile.

Pereiro, M. 1993. Efecto de la suplementación concentradas en dietas de ensilaje en producción de leche. Revista Cubana y Ciencia Agrícola 17 (2): 117.

- Pérez, H.J.R.; Torres, P.F.J. 2001. Evaluación del Marango (*Moringa oleífera* Lam) como una alternativa en la alimentación de cerdos de engorde. Tesis Ing. Agrónomo. Managua, Nicaragua. 51 p.
- Pezo, D. 1981. La calidad nutritiva de los forrajes. EN: Producción y utilización de forrajes en el trópico: Compendio. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Materiales de Enseñanza N° 15.
- Preston, T.R.; Leng, R.A. 1989. Ajustando los sistemas de producción pecuarios a los recursos disponibles. Cali, Colombia, CONDRIT.
- Proyecto Biomasa; Dinos, 1995. UNI. Arto. 21. Marango (*Moringa oleífera* Lam). Managua Nicaragua. 69-73 pp.
- Proyecto Biomasa. 1999. Guía técnica del cultivo de Marango (*Moringa oleífera*) Universidad Nacional de Ingeniería. Nicaragua. Cooperación Técnica de la República de Austria.
- Ramachandran et al., 1980. Citado por Jarquin, Jarquin y Reyes 2003. Producción de Biomasa de *Moringa oleífera*, bajo diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte en el trópico seco de Nicaragua. Tesis. Ing. Agron. Facultad de Ciencia Animal. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua. 59 p.
- RAREN. 1999. (Base para el uso del potencial genético de la raza Reina en los sistemas de producción de leche del trópico seco de Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Reddy, N.R.; Sathe S.K; Salunkhe, D.K. 1982. Phytates in legumes and cereals. Adv. Food Res. 28:1-92.
- Rienart; Nesbitt, 1956. citado por Vélez, 1997. en Producción del Ganado Lechero en el Trópico Americano. Zamorano, Honduras.

- Reyes, B.T.G. 1996. Efectos de cuatro niveles de inclusión de follaje de Guacimo (*Guazuma ulmifolia*) sobre la producción de leche en cabras. Tesis Ing. Agrónomo. Managua, Nicaragua. 40 p.
- Rocha, M.L.R.; Mendieta, B. 1998. Efectos de la suplementación con follaje de *Moringa oleífera* sobre la producción de leche de vacas en pastoreo. Tesis. Ing. Agron. Facultad de Ciencia Animal. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua. 36p.
- Ruiz, M.E. 1983. Suplementación de las vacas lecheras en pastoreo. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 25-27 pp.
- Sarwatt, S.V.; Kapange, S.S.; Kakengi, A.M.V. 2002. Substituting sunflower seed-cake with *Moringa oleífera* leaves as a supplemental goat feed in Tanzania. *Agroforestry Systems*. 56:241-247, 2002.
- Saucedo, G.; Álvarez, F.J.; Arriagada, A. 1980. *Leucaena leucocephala* como fuente proteica para becerros lactantes criados en sistemas de amamantamiento restringido. *Producción animal. Trop.* 5: 40-44 p.
- Schingoethe, J.D. 1996. Dietary influence on protein level in milk and milk yield in dairy cows. *Animal Feed Science Technology*. 60 (1996) 181-190
- Seijas, J.; Combellas, J. 1992. Citado por J. Combellas y D Mata. 1992. Avances en la producción de leche y carne en el Trópico Americano. Santiago, Chile.
- Sheen, S.R.; Riesgo, A.D. 2002. Factores que afectan la producción de leche en vacas de doble propósito en Trópico Húmedo (PUCALLPA) *Rev. Investig. Vet. Perú* 13(1): 25-31.
- Sporndly, E. 1989. Effects of diet on milk composition and yield of dairy cows with special emphasis on milk protein content. *Swed. J. Agric. Res.*, 19: 99-106.

Stobbs, T. 1973. Rendimientos por lactancia de vacas pastantes en praderas Tropicales. IN Producción de leche de animales de doble propósito en Panamá. Revistainteramericana de ciencias Agrícolas. IICA. San José, C. R. (41)1.

Toribio, S.L.A. 2001. Tipificación del ganado "criollo Reyna de Nicaragua" en diferentes sistemas de producción animal. Tesis de Maestría. Barcelona, España. 8-9 p.

Valerio, S. 1990. Efecto del secado y método de análisis sobre los estimados de taninos y la relación de estos con la digestibilidad in vitro en algunos forrajes tropicales. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Tesis. Mag. Sci. 94 p.

Vargas; Elvira, 1987. Citado por Becker K. 1995. Studies on utilizations of *Moringa oleífera* Leaves as Animal Feed. Institute for Animal Production in the Tropics and subtropics (480). University of Hohenheim, Stuttgart, Germany. 15p

Vélez, M. 1997. Producción del Ganado Lechero en el Trópico. Zamorano, Honduras. 26-66 pp.

Vélez, M.; Hincapié, J.J.; Matamoros, I.; Santillán, R. 2002. Producción de Ganado Lechero en el Trópico. Cuarta edición Zamorano Academic Press, Zamorano, Honduras. 326 p. Dirección electrónica (en línea) [www.zamorano.edu.hn](http://www.zamorano.edu.hn).

Von Maydell, H.J. 1986. Tree and Shreds of the Sahel, Their Characteristics and uses. Deutsche Gesellschaft for Technische Zusemmenarhit (GTZ). Federal Republic of Germany. 334-337 pp.

Wilson, J.R. 1986. Citado por Pezo et al., 1992. Avances en la producción de leche y carne en el Trópico Americano. Santiago, Chile.

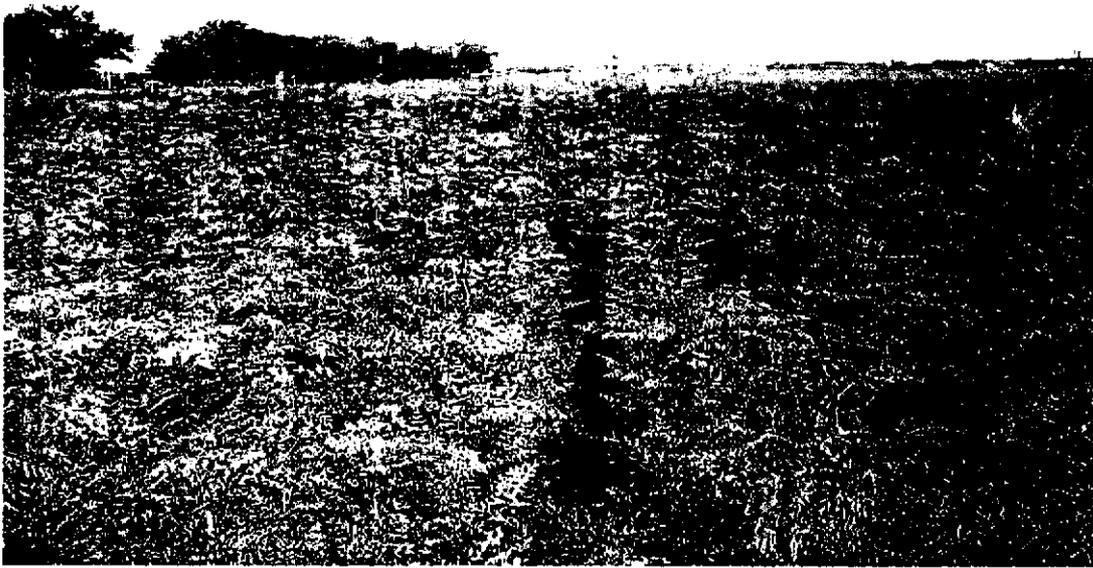


Foto. Banco de proteína de Marango, Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria, Sabanagrande, Managua



Cerca viva de Marango, finca carretera a Sabanagrande, Managua