



“Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible”

Universidad Nacional Agraria  
Facultad de Ciencia Animal  
Departamento de sistemas integrales de  
producción animal

Trabajo de Graduación

Degradación Ruminal de la Materia Seca y Materia Orgánica  
del Follaje de Marango (*Moringa oleifera*) a diferentes  
edades de corte en vacas Reyna. Finca Santa Rosa, Managua,  
Nicaragua. 2012

Autores

Br.: Jefrén Adonis Jarquín Almanza  
Br.: Josué Daniel Rocha Espinoza

Asesores

Bryan Mendieta Araica. PhD  
Lester Rocha, PhD

Managua, Nicaragua  
Octubre, 2013



Universidad Nacional Agraria  
Facultad de Ciencia Animal  
Departamento de sistemas integrales de  
producción animal

“Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible”

Trabajo de Graduación

Degradación Ruminal de la Materia Seca y Materia Orgánica  
del Follaje de Marango (*Moringa oleifera*) a diferentes  
edades de corte en vacas Reyna. Finca Santa Rosa, Managua,  
Nicaragua. 2012

Autores

Br: Jefrén Adonis Jarquín Almanza  
Br: Josué Daniel Rocha Espinoza

Asesor

Bryan Mendieta Araica. PhD  
Lester Rocha PhD

Managua, Nicaragua  
Octubre, 2013

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Ciencia Animal como requisito para optar al título profesional de:

INGENIERO EN ZOOTECNIA

**MIEMBROS DEL TRIBUNAL:**

---

**Presidente**

---

**Secretario**

---

**Vocal**

Managua, Octubre del 2013

## Índice de Contenido

| SECCION  | PÁGINA      |
|--|-------------|
| <b>II. DEDICATORIA</b>                                 | <b>I</b>    |
| <b>III. AGRADECIMIENTOS</b>                            | <b>III</b>  |
| <b>IV. ÍNDICE DE CUADROS</b>                           | <b>IV</b>   |
| <b>V. ÍNDICE DE GRAFICAS</b>                           | <b>V</b>    |
| <b>VI. ÍNDICE DE FIGURAS</b>                           | <b>VI</b>   |
| <b>VII. ÍNDICE DE ANEXOS</b>                           | <b>VII</b>  |
| <b>VIII. RESUMEN</b>                                   | <b>VIII</b> |
| <b>IX. ASBTRACT</b>                                    | <b>IX</b>   |
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b>                                 | <b>2</b>    |
| <b>II. OBJETIVOS</b>                                   | <b>5</b>    |
| 2.1 Objetivo General                                   | 5           |
| 2.2 Objetivos específicos                              | 5           |
| <b>III. MATERIALES Y MÉTODO</b>                        | <b>6</b>    |
| 3.1. Ubicación y fecha del estudio                     | 6           |
| 3.2 Animales y alimentación                            | 6           |
| 3.3 Diseño Metodológico                                | 7           |
| 3.4 Tratamiento  | 10          |
| 3.5 Análisis químicos                                  | 11          |
| <b>3.6 VARIABLES EVALUADAS</b>                         | <b>11</b>   |
| 3.6.1 Degradación de materia seca (DMS)                | 11          |
| 3.6.2 Degradación de materia orgánica (DMO)            | 12          |
| <b>3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.</b> | <b>12</b>   |

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| <b>IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN.</b> | <b>14</b> |
| <b>V. CONCLUSIÓN</b>              | <b>20</b> |
| <b>VI. RECOMENDACIONES</b>        | <b>21</b> |
| <b>VIII. ANEXOS</b>               | <b>22</b> |
| <b>VII. LITERATURA CITADA</b>     | <b>24</b> |

## **ii. Dedicatoria**

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios el cual ha hecho la persona la cual soy hoy. A mis padres, José Elías Rocha y Aida Luz Espinoza; los cuales me formaron con gran amor.

A todos mis profesores que me ayudaron en mi formación académica y profesional en especial al Dr. Bryan Mendieta, por haber confiado en mis capacidades; al Dr. Nadir Reyes por su colaboración en cada etapa de este trabajo; y a la Lic. Damaris Mendieta por su contribución en el área de Laboratorio.

A mis amigos de verdad que siempre estuvieron conmigo.

**Josué Daniel Rocha Espinoza.**

**Prov. 9.10**

## **Dedicatoria**

A Dios por darme la vida, por ayudarme a enfrentar los retos que se me presentan y por darme el entendimiento para poder llegar hasta esta etapa de la vida.

A mi madre Maritza Elizabeth Almanza Raudez, por ser madre y padre que sus esfuerzos, consejos y sacrificios me permitieron superarme.

A mis hermanos que de una u otra manera me alentaron a salir adelante y dar mi mejor esfuerzo siempre.

A los Docentes que me brindaron en el transcurso de la carrera de ingeniería en zootecnia herramientas que me ayudaron realizar este trabajo.

**Jefren Adonis Jarquin Almanza**

### **iii. Agradecimientos**

A Dios por prestarnos la vida y darnos la oportunidad de terminar esta etapa tan importante de nuestro desarrollo profesional.

A la Universidad Nacional Agraria por haber sido nuestro centro de estudio y por habernos brindado las herramientas para poder culminar este trabajo.

A las personas: Compañeros, amigos, profesores que de una u otra manera nos brindaron su ayuda.

Josué Daniel Rocha Espinoza,  
Jefrén Adonis Jarquín Almanza



#### iv. Índice de Cuadros

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| Cuadro 1. Contenido de Materia Seca, Ceniza y Materia Orgánica de la harina del follaje de Marango a diferentes edades de corte.....         | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| Cuadro 2. Indicadores de degradación ruminal de la Materia Seca de Marango ( <i>Moringa oleifera</i> ) a diferentes edades de corte.....     | 16                                   |
| Cuadro 3. Indicadores de degradación ruminal de la Materia Orgánica de Marango ( <i>Moringa oleifera</i> ) a diferentes edades de corte..... | 18                                   |

## v. Índice de graficas

|  |    |
|--|----|
| Grafica 1. Curva y ecuación de degradación <i>in situ</i> de la MS del follaje de Marango a tres diferentes edades de corte. ....                | 16 |
| Grafica 2. Curva y ecuación de degradación <i>in situ</i> de la MO de Marango ( <i>Moringa Oleifera</i> ) a tres diferentes edades de corte..... | 18 |

## vi. Índice de Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Instalaciones donde permanecieron las vacas durante el periodo del ensayo, Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencia Animal. .... | 7  |
| Figura 2. Fracción fina del follaje de Marango .....  | 8  |
| Figura 3. Bandeja con malla metálica y marco de madera.....   | 8  |
| Figura 4. Dispositivo con muestra de Marango antes de incubación. ....  | 9  |
| Figura 5. Bolsas de Nylon con muestras de Marango para ser incubadas. ....  | 10 |
| Figura 6. Bolsas de Nylon con muestras después de incubar.....  | 10 |

## **vii. Índice de Anexos**

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Degradación de la Materia Seca (DMS) 45 días .....   | 22 |
| Tabla 2. Degradación de la Materia Seca (DMS) 60 días .....   | 22 |
| Tabla 3. Degradación de la Materia Seca (DMS) 75 días .....   | 22 |
| Tabla 4. Degradación de la Materia Organica (DMO) 45 días. ....   | 22 |
| Tabla 5. Degradación de la Materia Organica (DMO) 60 días .....   | 22 |
| Tabla 6. Degradación de la Materia Organica (DMO) 75 días .....   | 23 |
| Tabla 7. Porcentaje de degradación de la Materia Seca de la harina de follaje de Marango a diferentes edades de corte y tiempos de incubación ruminal .....   | 23 |
| Tabla 8. Porcentaje de degradación de Materia Orgánica de la harina del Follaje de Marango a diferentes edades de corte y tiempos de incubación ruminal. .... | 23 |

Jarquín Almanza, J.A., Rocha Espinoza, J.D. 2012. Degradación Ruminal de la materia seca y materia orgánica Follaje de Marango (*Moringa oleifera*) a diferentes edades de Corte en vacas Reyna. Finca Santa Rosa, Managua, Nicaragua 2012. Tesis para optar al grado de Ingeniero Zootecnista en la Universidad Nacional Agraria (UNA), Managua, Nicaragua.

Palabras Claves. *Moringa oleifera*, Degradación, *in sacco*, Forraje.

## viii. Resumen

Se realizó un estudio en la Finca Santa Rosa Propiedad de la Universidad Nacional Agraria Ubicada en Managua-Nicaragua, con una temperatura promedio de 26.9 °C y una precipitación anual de 1119.8 mm INETER (2012), el objetivo de este estudio fue determinar la tasa de degradación *in situ* de la Materia seca (DMS) y Degradación de la Materia orgánica (DMO) del follaje de Marango (*Moringa oleifera*) a diferentes edades de corte. Los tiempos de incubación evaluados fueron 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72, 96 y 120h utilizándose un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial donde el factor A fueron las edades de corte y el factor B los tiempos de incubación.

Los parámetros de degradación fueron evaluados por regresión no lineal. La degradabilidad del follaje de Marango se estimó mediante el modelo de Ørskov y McDonald (1979); para conocer el efecto de la edad sobre la tasa de degradabilidad, se realizó análisis de varianza y la prueba honesta de Tukey para conocer las diferencias entre los tiempos de incubación. Los resultados obtenidos mostraron un efecto significativo ( $P < 0.001$ ) de la edad sobre la degradación *in situ* de la materia seca del follaje de Marango con un máximo de degradación potencial de 92.09%, 83.99, 95.05% a los 45,60 y 75 días de edad y 120 h de incubación. En cuanto a la degradación de la materia orgánica se encontró diferencia altamente significativa de la edad sobre la degradación *in situ* ( $P < 0.001$ ) con un máximo de degradación potencial de 74.59%, 65.10%, 66.24% a los 45,60 y 75 días de corte respectivamente a 120 horas de incubación.

## ix. Abstract

A study was performed at Santa Rosa Farm, property of the National Agrarian University located in Managua, Nicaragua, with 26.9 ° C average temperature and 1119.8 mm annual rainfall (INETER, 2012), the objective of this study was to determine the rate of *in situ* degradation of Dry matter (DMD) and Degradation of Organic matter (OMD) of the foliage of Marango (*Moringa oleifera*) at different cutting ages. The incubation times were 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72, 96 and 120h, and completely randomized design with 4 replications was used.

Degradation parameters were evaluated by nonlinear regression. The degradability of Moringa foliage was estimated using the model of Ørskov and McDonald (1979), analysis of variance was performed to determine the effect of cutting age on the rate of degradability and also an honest test Tukey to know the differences between the incubation times. The results showed significant differences ( $P < 0.001$ ) of cutting age on *in situ* degradation of Dry Matter of Moringa foliage with a maximum potential degradation of 92.09%, 83.99, 95.05 and 45.60% at 45, 60 and 75 days respectively in 120 h of incubation. highly significant difference ( $P < 0.001$ ) was found for degradation of Organic Matter with a maximum potential degradation of 74.59%, 65.10%, 66.24% at 45,60 and 75 days cutting respectively at 120 hours of incubation.

## I. Introducción

Existen numerosas investigaciones que señalan a la ganadería como la responsable del deterioro de bosques tropicales en América latina, muchas de estas investigaciones señalan que el uso de tierras inadecuadas para la producción bovina trae como consecuencia daños irreversibles a los ecosistemas naturales, las diferentes actividades pecuarias como el pastoreo generan impactos ambientales negativos como la erosión y la compactación de los suelos, está a su vez juega un papel muy importante sobre la degradación de las pasturas existentes. (Murgueitio *et al.*1999).

Por otro lado los sistemas ganaderos tradicionales caracterizados por el uso extensivo de tierras y recursos locales son la principal fuente de sustento para unas 200 millones de familias en todo el mundo (FAO, 2013).

En los últimos años, casi todos los países de América Tropical han demostrado incrementos en la producción total de leche y carne, Nicaragua ha pasado a ser exportador neto de productos lácteos y cárnicos. De 1998 a la fecha ha pasado a ser el tercer rubro de exportaciones del país. (BCN, 2011).

En este sentido la reconversión de la ganadería en nuestro país a través de los diferentes sistemas de manejo que son amigables con el ambiente se muestran como una solución viable para mantener los sistemas de producción bovinos que representa uno de los pilares de la economía y la seguridad alimentaria del mundo.

Uno de los factores que más limita la producción de bovinos, en el trópico es la restricción en la disponibilidad y calidad de alimento problema que se acentúa en verano donde el alimento se vuelve escaso y los pequeños productores en su mayoría se enfrentan a pérdidas considerables.

Mientras que la mayor parte de los pastos que en nuestro país son utilizados para la ganadería se caracterizan por ser subutilizada y por qué en muchos casos son de mala calidad. En los países tropicales aún existen los sistemas de producción de carácter extensivo; según CENAGRO (2002), el área dedicada a las pasturas en Nicaragua asciende a 3, 045,520 hectáreas de las cuales el 55% corresponde a pastos naturales y el 45% corresponde a pastos mejorados o naturalizados.

Las tendencias actuales están orientadas hacia la búsqueda de nuevas fuentes de proteína para su uso en la alimentación animal provenientes de árboles y arbustos forrajeros (leguminosos y no leguminosos), los cuales conllevan a la integración de los sistemas silvopastoriles. Sistemas cuyo principal objetivo es desarrollar tecnologías que busquen la armonía de la silvicultura y la ganadería, orientada hacia el mejoramiento alimenticio y productivo de los animales, además de su uso racional con lo cual conlleva a mejorar el desempeño económico y ambiental ya que han sido adoptados plenamente por pequeños y medianos productores.

En los sistemas silvopastoriles se han utilizado muchas especies diferentes a lo largo de los años, muchas de ellas aún se usan con éxito en Nicaragua y el resto del mundo, sin embargo, muchas de ellas presentan algunos inconvenientes como la presencia de factores anti nutricionales ( Galindo *et al*, 1989; García y Medina 2006); es por eso que entre todas ellas, una especie prometedora es el Marango (*Moringa oleifera*), un árbol originario del sur del Himalaya que se desarrolla muy bien en climas tropicales, su adaptabilidad a diferentes tipos de suelos así como el alto contenido de nutrientes en su follaje y además por sus múltiples usos para la ganadería lo convierte en un árbol atractivo para su cultivo (Reyes 2004, 2007; Reyes *et al* 2009; Mendieta, 2011).

Se han realizado diferentes estudios donde se ha evaluado la importancia nutritiva del Marango (*M. oleifera*) como suplemento en la dieta para rumiantes y monogástricos donde se ha demostrado que al adicionar en la dieta harina, heno o ensilaje de Marango los indicadores productivos (producción de leche, carne, huevo etc.) mejoran significativamente representando una alternativa barata para alimentar los animales en el trópico (Rocha y Mendieta, 1998, Reyes, 2004, Reyes *et al.*, 2009).

Reyes *et al.* (2009) han realizado diferentes estudios de digestibilidad donde a demostró que al adicionar o aumentar Marango en la dieta, Se incrementó el consumo de materia seca (MS), ganancia media diaria (GMD) y conversión alimenticia. Sin embargo es necesario evaluar por separado cada uno de los aspectos que involucra el proceso de digestión.



Son pocos los estudios que se han realizado sobre la degradabilidad *in situ* del follaje de Marango tomando en cuenta que este es un parámetro que permite predecir la capacidad de una forraje para aportar nutrientes a la flora ruminal.

Gutiérrez *et al.* (2013) evaluó la cinética de degradación ruminal de follaje de Marango a los 45 días de corte utilizando la técnica *in Sacco*. Aunque Según (Ramírez *et al*, 2002) a medida que aumenta la edad del forraje, disminuye el porcentaje de digestibilidad y degradabilidad del mismo debido al aumento en el contenido de fibra. Por tal razón para poder recomendarlo como un suplemento nutricional es necesario evaluarlo en el tiempo.

El objetivo de esta investigación fue determinar la degradación de la Materia Seca y Materia Orgánica del follaje de Marango (*Moringa oleifera*) a tres diferentes edades de corte empleando el método de degradabilidad *in situ* y la técnica *in Sacco*.

## **II. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

Generar información que permita predecir el valor nutricional del follaje de Marango (*Moringa oleifera*).

### **2.2 Objetivos específicos**

Evaluar la tasa de degradación ruminal de la materia seca y materia orgánica del follaje de Marango (*Moringa oleifera*) a diferentes edades de corte.

Calcular ecuaciones de predicción de degradación ruminal para las fracciones materia seca y materia orgánica del follaje de Marango (*Moringa oleifera*).

### III. Materiales y Método

#### 3.1. Ubicación y fecha del estudio

La fase experimental de este trabajo se realizó en la finca Santa Rosa, propiedad de la Universidad Nacional Agraria (UNA), ubicada en la comarca Sabana Grande, municipio de Managua, localizada geográficamente a 12° 08' 15" latitud norte, 86° 09' 36" longitud este, con una elevación de 56 metros sobre el nivel del mar (msnm), (INETER, 2012).

Las muestras de Marango fueron extraídas de una parcela de tres años de edad sin riego ni fertilización en la finca Las Mercedes propiedad de la UNA, en las coordenadas 12° 10' 14" a 12° 08' 15" de latitud Norte y 86° 10' 22" a 86° 09' 44" longitud Oeste.

El periodo de realización de este ensayo estuvo comprendido entre los meses de agosto y noviembre del año 2012.

#### 3.2 Animales y alimentación

Se utilizaron 2 vacas secas con fístulas permanentes de la Raza Reyna del hato de la UNA, con un peso promedio al inicio del ensayo de 360 (8) Kg y de 9 años de edad.

Las vacas se sometieron a un periodo de adaptación al experimento de 15 días, la ración diaria para cada vaca fue fijada en una cantidad de materia seca equivalente al 3% del peso vivo de las mismas basado en NRC (1989), esa cantidad total se dividió en 2 raciones iguales durante el día en comederos separados con el objetivo de evitar desperdicios y mejorar el consumo del mismo.

La dieta que las vacas consumieron antes y durante el experimento consistió en forraje fresco de *Pennisetum purpureum*, Shum., cv. Taiwán el cual fue picado en trozos de aproximadamente de 2 cm de longitud usando una picadora eléctrica, el consumo de agua fue *ad libitum*, se limpió diariamente los comederos, bebederos, y los cubículos donde permanecieron (Figura 1).

El ensayo tuvo una duración de 99 días que comprendió desde el momento que se realizó el corte de uniformidad en la parcela hasta realizar los análisis de laboratorio para determinar las diferentes fracciones.



Figura 1. Instalaciones donde permanecieron las vacas durante el periodo del ensayo, Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencia Animal.

### **3.3 Diseño Metodológico**

Las parcelas experimentales de Marango ubicadas en la finca Las Mercedes, propiedad de la UNA se sometieron a un corte de uniformidad con el fin de garantizar lotes con un rebrote de 45, 60 y 75 días al momento de iniciar la fase experimental.

Las muestras se cosecharon manualmente con machetes, el Marango fue cortado en cada una de las edades de corte aproximadamente a 50 centímetros (cm) de altura sobre el suelo, se le denominó follaje de Marango a las mezcla de hojas, pecíolos y tallos de dicho árbol con diámetro menor o igual a 5 mm, como se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Fracción fina del follaje de Marango

El follaje fue deshidratado en un horno solar de circulación forzada, las muestras fueron dispuestas sobre una malla de metal con un marco de madera para garantizar la uniformidad del secado a una temperatura promedio de  $60\pm 5$  °C por 48 horas, (Figura 3).



Figura 3. Bandeja con malla metálica y marco de madera.

Trascurridas 48 horas el material fue extraído y trasladado al Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencia Animal donde se determinó el contenido de

materia seca (MS) y materia orgánica (MO) del mismo, las muestras fueron molidas en un molino Cyclotec con una criba de 2.5 mm.

Se utilizó la técnica de las bolsas de Nylon según la metodología descrita por Ørskov y McDonald (1979). Las bolsas de Nylon PSE 28/17 tenían un tamaño de poros de 28 micras, y un tamaño exterior de 120 x 60 mm e interior de 100 x 50 mm, cosidas con hilo de poliéster y los agujeros de la aguja (los puntos) sellados con pegamento Bostik (1782). Las bolsas fueron amarradas por unas bandas plásticas al dispositivo. (Figuras 4).



Figura 4. Dispositivo con muestra de Marango antes de incubación.

Se incubaron 10 g aproximado de harina de follaje de Marango a 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72, 96 y 120 horas, se emplearon 4 bolsas por cada tiempo de incubación, para un total de 36 bolsas por animal por edad de corte, ver Figura 5.



Figura 5. Bolsas de Nylon con muestras de Marango para ser incubadas.

### 3.4 Tratamiento



Figura 6. Bolsas de Nylon con muestras después de incubar.

Las bolsas extraídas del rumen fueron lavadas con agua fría de tubería aproximadamente por 5 minutos hasta que el agua saliera transparente con el objetivo de terminar la degradación microbiana de las mismas y eliminar restos de alimentos que pudieran afectar el peso de las bolsas. Luego del lavado, las bolsas fueron secadas en

un horno eléctrico de circulación forzado por 48 horas con una temperatura de 60 °C y luego pesadas (Figura 6).

### **3.5 Análisis químicos**

Para calcular el contenido de Materia seca (MS) y Materia orgánica (MO) se siguió las normas establecidas por la AOAC (1990). Para calcular el contenido de MS se molió aproximadamente un gramo del follaje de Marango y se secó en un horno de circulación forzada por 24 horas a 60 C<sup>0</sup>, transcurrido este tiempo se enfrió y peso.

Para calcular el contenido de MO se pesó un gramo aproximadamente de follaje se utilizó un crisol y se calcinó durante 3 horas a 550-600 C<sup>0</sup> transcurrido este tiempo se enfriaron las muestras y pesaron para determinar el porcentaje de MO.

El contenido de MS, y MO se calculó empleando las siguientes fórmulas:

$$MS = \frac{\text{Peso del crisol} + \text{muestra final}}{\text{Peso del crisol} + \text{muestra inicial}} * 100$$

$$\% \text{ de Cen} = \frac{\text{Peso del crisol} + \text{cenizas} - \text{peso del crisol vacío}}{\text{Peso del crisol} + \text{muestra inicial}} * 100$$

$$MO = MS - \% \text{ cenizas}$$

### **3.6 Variables evaluadas**

#### **3.6.1 Degradación de materia seca (DMS)**

Para determinar la degradación de materia seca se estimó el contenido inicial de materia seca del follaje de Marango así como el contenido de materia seca de las muestras una vez incubadas, empleándose la siguiente formula.

$$DMS = \frac{\text{Contenido de Materia Seca Inicial (MS)} - \text{Contenido de Materia Seca Final}}{\text{Contenido de Materia Seca Inicial}} * 100$$



### 3.6.2 Degradación de materia orgánica (DMO)

La degradación de la materia orgánica se calculó como la diferencia entre el contenido de materia orgánica de las muestras antes de la incubación y el contenido de materia orgánica de las muestras una vez incubadas empleando la siguiente fórmula.

DMO= Contenido de Materia Orgánica Inicial (MO) - Contenido de Materia Orgánica Final / Contenido de Materia Orgánica Inicial \* 100

### 3.7 Diseño experimental y análisis estadístico.

El diseño experimental utilizado fue un factorial completamente al azar con arreglo factorial donde el factor A fueron las edades de corte y el factor B los tiempos de incubación.

#### Modelo estadístico

Donde:  $Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + (A_i + B_j) + \epsilon_{ijk}$

$\mu$  = media poblacional.

A = la i-ésimo edad de corte. Donde i es igual a 1, 2, 3 edades de corte.

B = el j-ésimo tiempo de incubación. Donde j es igual a 1, 2, 3..., 9 tiempos de incubación.

$(A_i + B_j)$  = interacción tiempo y edad.

$\epsilon_{ij}$  = error experimental

El ajuste de las curvas de degradabilidad se realizó por medio de modelos no lineales asumiendo que las curvas de degradación de ambas vacas eran iguales. Los coeficientes iniciales del modelo fueron estimados por prueba y error; después del ajuste de los

modelos se realizó análisis de residuales para detectar heterocedasticidad y no normalidad y pruebas conexas tales como las pruebas de Fligner y Shapiro. Para conocer el efecto de la edad de corte sobre la tasa de degradabilidad se realizó análisis de varianza, después del ajuste del modelo se siguió el mismo procedimiento que para los modelos no lineales. Para el caso del ajuste en los modelos de la degradabilidad de MS (modelos no lineales) se utilizó una matriz robusta de varianza-covarianza (estimador sándwich) y los datos fueron transformados por el método Box-Cox (modelos lineales).

Para conocer las diferencias entre las diferentes edades de corte se utilizó la prueba honesta de Tukey. Todos los análisis fueron realizados en el paquete estadístico R (R Development Core Team, 2011).

Los datos de degradación obtenidos fueron ajustados a la ecuación exponencial de Ørskov y McDonald (1979).

$$Y = a + b * (1 - \exp^{-c * \text{tiempo}})$$

Dónde:

Y = degradación potencial del material después de t horas, %

a = Representa el sustrato soluble y completamente degradado que sale rápidamente del saco de nylon.

b = Representa la fracción insoluble pero potencialmente degradable del sustrato el cual es degradado por los microorganismos de acuerdo con un proceso cinético de primer orden.

c = tasa constante de la función b.

e = base de los logaritmos neperianos

t = tiempo de incubación ruminal en horas.

#### **IV. Resultado y discusión.**

El contenido nutricional del follaje de Marango en condiciones tropicales en general es muy bueno. Dependiendo de la edad de corte sus contenidos nutricionales no presentan gran diferencia respecto. Entre las diferentes edades de corte el porcentaje de materia seca se mantuvo entre 16.48 y 17.94 %.

El cuadro 1, presenta la información sobre contenidos de materia seca, cenizas y materia orgánica de la fracción fina del follaje de Marango que corresponde a la fracción comestible (hoja, pecíolos y tallos con diámetros inferiores a 5 mm), a diferentes edades de corte.

**Cuadro 1. Contenido de Materia Seca, Ceniza y Materia Orgánica de la harina follaje de Marango a tres diferentes edades de corte.**

| <b>Edad Días</b> | <b>% MS</b> | <b>% Cen</b> | <b>% MO</b> |
|------------------|-------------|--------------|-------------|
| <b>45</b>        | 17.02       | 9.41         | 15.42       |
| <b>60</b>        | 15.71       | 9.24         | 14.31       |
| <b>75</b>        | 15.10       | 8.27         | 13.9        |

Fuente: Laboratorio de Bromatología, UNA.

Diferentes autores señalan la importancia de la edad sobre el contenido nutricional de un forraje, estableciendo una correlación negativa entre la edad y la degradabilidad del mismo.

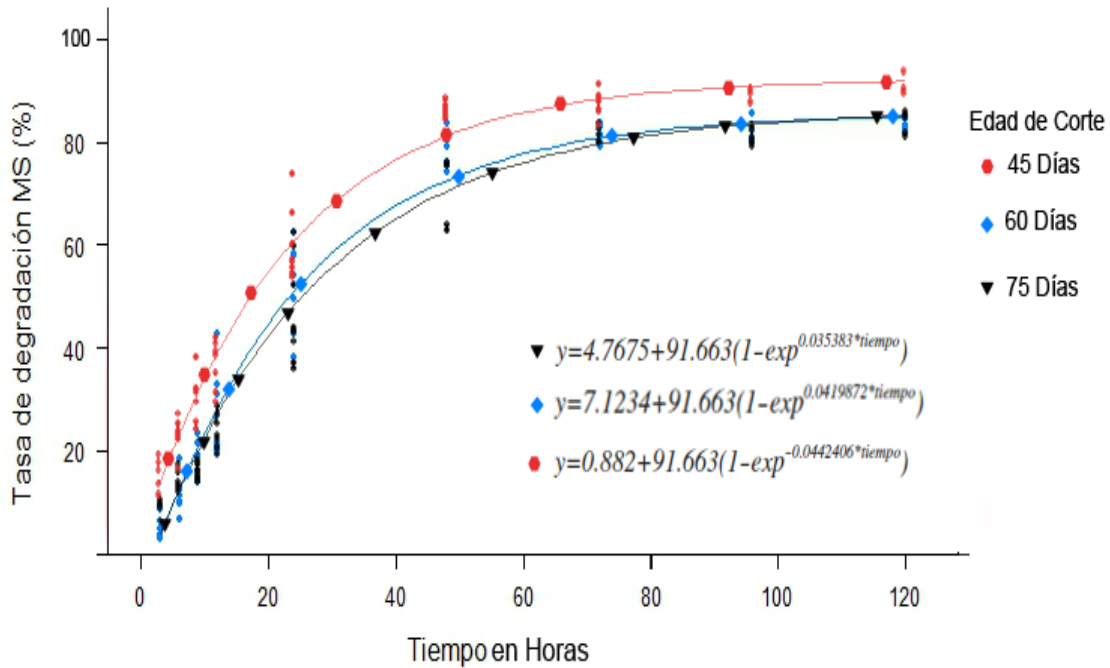
De acuerdo aumenta la edad la relación hoja-tallo en sentido general las hojas pierden drásticamente su valor nutricional por el efecto de senescencia debido a que poseen una cubierta más sensible pierden con más facilidad agua, sin embargo los tallos por poseer una cubierta más fuerte conservan de manera más eficiente el agua sin embargo el proceso de endurecimientos (lignificación) aumenta.

Este estudio muestra la resistencia que posee la fracción fina del follaje de Marango compuesta por hojas y tallos que mantuvieron contenidos de MS y MO similares en las tres edades de corte. Estos datos son similares a los reportados por Mendieta, (2011) con un 90 y 90.6 % para MS y MO respectivamente, Reyes, (2007) 90.7 % de MO, Gutiérrez, *et al.* (2013) con un 82.98% de MO de un rebrote de 45 días de follaje de Marango. Estos valores fueron calculados con los datos presentados en dichas investigaciones.

Se han realizado numerosas investigaciones donde han reportado altos porcentajes en los valores nutricionales de especies arbóreas respecto a pastos o gramíneas frecuentemente utilizadas en los sistemas ganaderos del trópico (Carmona, 2012) como lo demuestra esta investigación el follaje de Marango posee altos valores nutricionales a diferentes edades de corte, un factor de importación agronómica y de disponibilidad de biomasa.

Por otro lado comparándolo con otras especies forrajeras el contenido de Materia orgánica es superior Morera (*Morus alba*), 86.3%, Cenicerero (*Trichanthera Gigantea*), 85.4%, (Martin *et al.*, 2007) y *Gliricidia sepium* 87.2% (Kaito *et al.*, 1996).

## Degradación de la materia seca (DMS).



Grafica 1. Curva y ecuación de degradación *in situ* de la MS del follaje de Marango a tres diferentes edades de corte.

Se encontró diferencia altamente significativa ( $P < 0.001$ ) de la edad de corte sobre la degradación de la materia seca del follaje de Marango. Las características de la cinética de degradación se muestran en el anexo 1 en las Tablas 1, 2, 3.

### Cuadro 2. Indicadores de degradación ruminal de la Materia Seca de Marango (*Moringa oleifera*) a diferentes edades de corte.

| Edad en Días | Fracción Soluble (a) | Error sd | Fracción Degradable (b) | Error sd | Tasa de degradación (c) | Error sd | Degradabilidad Potencial (a+b) |
|--------------|----------------------|----------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|--------------------------------|
| 45           | 0.88                 | 1.201    | 91.66                   | 0.915    | 4.42                    | 0.002    | 92.54                          |
| 60           | 7.12                 | 1.253    | 91.66                   | 0.915    | 4.19                    | 0.003    | 98.78                          |
| 75           | 4.77                 | 1.640    | 91.66                   | 0.915    | 3.53                    | 0.003    | 96.43                          |

Fuente: Laboratorio de Bromatología, UNA.

La fracción soluble (a) que representa el material de rápida fermentación compuesta por células del mesofolio, fue diferente para las tres edades de corte ( $p < 0.001$ ), por otro lado no hubo diferencia estadística ( $p > 0.01$ ) de la fracción degradable (b) que representa el material de lenta fermentación compuesta por células del esclerénquima y parénquima;

no obstante se encontro diferencia estadística ( $p < 0.001$ ) de la fracción (c) igual a la tasa con que se degrada la fracción (b) a las tres edades de corte.

Los datos tuvieron valores máximos de degradación potencial de 92.09%, 83.99% , 95.05 % a los 45, 60 y 75 días de corte y 120 h de incubación ruminal respectivamente (ver anexo 2. Tabla 7).

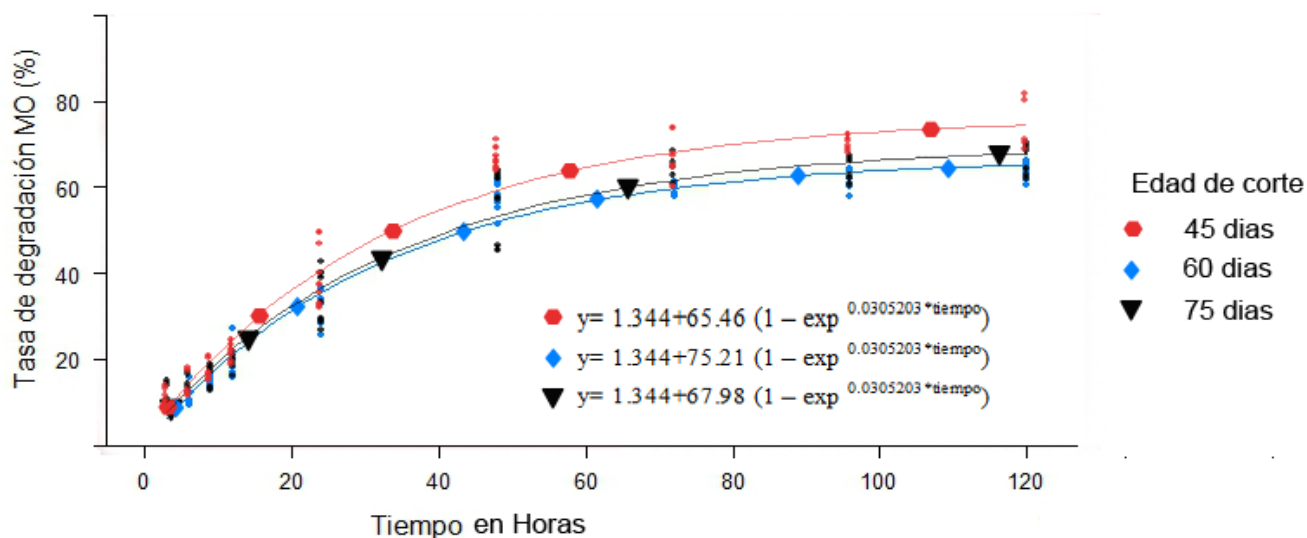
Los valores máximos de degradación potencial a los 45 días (ver anexo 2. Tabla 7), son superiores a los reportados por Gutierrez (2012) con un 64.85 %. Este resultado se pudiera deberse a diferentes aspectos que pueden afectar la degradación de un forraje no solo relacionados con planta sino que también con el animal como el pH en el rumen y la temperatura que juegan un papel importante en la actividad microbiana (Galindo *et al.* 2005).

Por otro lado el porcentaje de degradación potencial a las 72 h (ver anexo 2. Tabla 7) de las tres edades de corte es superior al reportado por Razz *et al.* (2004) con un rebrote de 42 días de *L. leucocephala*, con  $71.45 \pm 1.92$  %; los porcentajes de degradación máximos del follaje de Marango fueron diferentes en las tres edades de corte sin embargo el porcentaje de degradación a los 60 días fue similar al encontrado a los 75 días. Esto de acuerdo a Ramírez *et al.* (2002) que sugiere que el porcentaje de degradación de la MS de un follaje es decreciente respecto a la edad debido al aumento en el contenido de lignina en la pared celular que afecta negativamente la degradabilidad ruminal.

Además la alta degradabilidad del Marango sugiere que esta especie puede ser una fuente tanto proteica como energética, debido a que el porcentaje de degradación tiene valores muy altos a diferentes edades de corte respecto a otras especies que se utilizan como fuente proteica. (Reyes, *et al.* 2009; Mendieta, 2011).

De igual manera los forrajes que tienen paredes celulares que se degradan rápidamente, como los sugiere el follaje de Marango, pueden promover una mayor degradación ruminal y pasaje de especies que posean menor porcentajes de degradación por ejemplo algunas gramíneas cuando se asocian con Marango, esto a su vez permite al animal disponer de más nutrientes y consumir más alimento (Ruiz, *et al.* 1999).

## Degradación de la Materia Orgánica (DMO)



Grafica 2. Curva y ecuación de degradación *in situ* de la MO de Marango (*Moringa Oleífera*) a tres diferentes edades de corte.

Se encontró diferencia significativa ( $P > 0.001$ ) de la edad sobre la degradación de la Materia Orgánica. Los valores tuvieron un porcentaje de degradación máximos de 74.59 %, 65.10 % y 66.24 % a 120 h de incubación en 45, 60, y 75 días de edad. (Prueba honesta de Tukey).

**Cuadro 3. Indicadores de degradación ruminal de la Materia Orgánica de Marango (*Moringa oleífera*) a diferentes edades de corte.**

| Edad en Días | Fracción Soluble (a) | Error sd | Fracción degradable (b) | Error sd | Tasa de degradación (c) | Error sd | Degradabilidad Potencial (a+b) |
|--------------|----------------------|----------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|--------------------------------|
| 45           | 1,344                | 0,854    | 75,212                  | 1,151    | 0,031                   | 0,002    | 76,556                         |
| 60           | 1,344                | 0,854    | 65,468                  | 0,865    | 0,031                   | 0,002    | 66,812                         |
| 75           | 1,344                | 0,854    | 67,989                  | 1,003    | 0,031                   | 0,002    | 69,333                         |

Fuente: Laboratorio de Bromatología, UNA.

No se encontró diferencia significativa ( $P > 0.01$ ) de la fracción de rápida degradación (a); en las diferentes edades de corte, aunque se encontró diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) de la fracción de menor rapidez de degradación (b), mientras que

no se encontró diferencia de la tasa con que se degrada la fracción b (c) en las tres edades de corte. (Prueba honesta de Tukey).

Los resultados observados a las 48h de incubación a los 45 días (58.87 %) fueron similares a los reportados por Gutiérrez *et al.* (2013) con 59.06 %.

Araque *et al.* (2002), evaluó la composición bromatológica y la tasa de crecimiento de *Gliricidia sepium* como cerca viva, el contenido de MO a 30, 60 y 90 días de edad sus resultados fueron 88.94, 92.99, y 92.95 % respectivamente siendo similares a los datos presentados en este trabajo.

Se han identificado una gran diversidad de especies con alto potencial forrajero en sistemas silvopastoriles, o como bancos de proteína donde se han encontrado altos valores nutricionales principalmente en las hojas y tallos finos (Gonzales *et al.*, 2002) sin embargo estas especies poseen factores anti nutricionales como los taninos que afectan su digestibilidad así como la actividad microbiana en el rumen.

Reyes (2004) señala que los contenidos de factores anti nutricionales en el follaje de Marango no se consideran de importancia ya que su contenido de dicho elemento es casi despreciable, esto corrobora la información presentada en esta investigación donde el porcentaje de degradación de follaje de Marango fue superior al de otras especies arbóreas utilizadas como suplementos proteicos para rumiantes



## **V. Conclusión**

El follaje de Marango a los 45 días de edad fue el que obtuvo mayores valores de degradación respecto a los demás edades de corte. Los porcentajes de degradación de los cortes de 60 y 75 no fueron estadísticamente diferentes.

El estudio mostró que el follaje de Marango posee altos valores de degradabilidad potencial de la Materia seca y Materia Orgánica en las diferentes edades de corte, representando una alternativa de alimentación sostenible para la ganadería en el trópico.

El porcentaje de degradación de la Materia Seca muestra una tasa de retención muy corta lo que permitiría un incremento en el consumo de alimento.

## **VI. Recomendaciones**

- Realizar estudios en especies mono gástricas del follaje de Marango a diferentes edades de corte.
- Evaluar estudios de cinética de degradación del Marango en asociaciones con diferentes forrajes y/o arbustos del trópico.
- Comparar los datos obtenidos en esta investigación utilizando la función Solver de Microsoft Excel® para el cálculo de los parámetros de cinética ruminal.

## VIII. Anexos

### Anexo 1

**Tabla 1. Degradación de la Materia Seca (DMS) 45 días**

| Parámetro | EstimateStd. | Error     | t value  | Pr(> t )      |
|-----------|--------------|-----------|----------|---------------|
| A         | 0.8828216    | 1.2006493 | 0.7353   | 0.46299       |
| B         | 91.6634827   | 0.9148836 | 100.1914 | < 2.2e-16 *** |
| C         | 0.0442406    | 0.0024542 | 18.0265  | < 2.2e-16 *** |

**Tabla 2. Degradación de la Materia Seca (DMS) 60 días**

| Parámetro | EstimateStd. | Error     | t value  | Pr(> t )      |
|-----------|--------------|-----------|----------|---------------|
| A         | -7.1234843   | 1.2525276 | -5.6873  | 4.314e-08 *** |
| B         | 91.6634827   | 0.9148836 | 100.1914 | < 2.2e-16 *** |
| C         | 0.0419872    | 0.0029821 | 14.0799  | < 2.2e-16 *** |

**Tabla 3. Degradación de la Materia Seca (DMS) 75 días**

| Parámetro | EstimateStd. | Error     | t value  | Pr(> t )      |
|-----------|--------------|-----------|----------|---------------|
| A         | -4.7675005   | 1.6403555 | -2.9064  | 0.00405 **    |
| B         | 91.6634827   | 0.9148836 | 100.1914 | < 2.2e-16 *** |
| C         | 0.0353831    | 0.0032518 | 10.8812  | < 2.2e-16 *** |

**Tabla 4. Degradación de la Materia Organica (DMO) 45 días.**

| Parámetro | EstimateStd | Error     | t value | Pr(> t )   |
|-----------|-------------|-----------|---------|------------|
| a         | 1.344048    | 0.8541844 | 1.5735  | 0.1171     |
| b         | 75.2118659  | 1.1510168 | 65.3438 | <2e-16 *** |
| c         | 0.0305203   | 0.0017882 | 17.0678 | <2e-16 *** |

**Tabla 5. Degradación de la Materia Organica (DMO) 60 días**

| Parámetro | EstimateStd | Error     | t value | Pr(> t )   |
|-----------|-------------|-----------|---------|------------|
| a         | 1.344048    | 0.8541844 | 1.5735  | 0.1171     |
| b         | 65.467779   | 0.8651834 | 75.6692 | <2e-16 *** |
| c         | 0.0305203   | 0.0017882 | 17.0678 | <2e-16 *** |

**Tabla 6. Degradación de la Materia Orgánica (DMO) 75 días**

| Parámetro | EstimateStd | Error     | t value | Pr(> t )   |
|-----------|-------------|-----------|---------|------------|
| a         | 1.344048    | 0.8541844 | 1.5735  | 0.1171     |
| b         | 67.9886869  | 1.0025651 | 67.8147 | <2e-16 *** |
| c         | 0.0305203   | 0.0017882 | 17.0678 | <2e-16 *** |

## Anexo 2

**Tabla 7. Porcentaje de degradación de la Materia Seca de la harina de follaje de Marango a diferentes edades de corte y tiempos de incubación ruminal**

| Tiempo en Horas | Edad en Días y Porcentaje de Degradación |        |        |
|-----------------|--|--------|--------|
|                 | 45                                       | 60     | 75     |
| 3               | 11.50%                                   | 10.01% | 9.71%  |
| 6               | 21.58%                                   | 18.83% | 18.45% |
| 9               | 30.40%                                   | 26.60% | 26.30% |
| 12              | 38.12%                                   | 33.46% | 33.36% |
| 24              | 60.54%                                   | 53.68% | 55.18% |
| 48              | 81.48%                                   | 73.27% | 78.79% |
| 72              | 88.72%                                   | 80.43% | 88.88% |
| 96              | 91.22%                                   | 83.04% | 93.20% |
| 120             | 92.09%                                   | 83.99% | 95.05% |

**Tabla 8. Porcentaje de degradación de Materia Orgánica de la harina del Follaje de Marango a diferentes edades de corte y tiempos de incubación ruminal.**

| Tiempo en Horas | Edad en Días y porcentaje de degradación |        |        |
|-----------------|--|--------|--------|
|                 | 45                                       | 60     | 75     |
| 3               | 6.70% *                                  | 5.85%  | 6.07%  |
| 6               | 12.81% *                                 | 11.18% | 11.38% |
| 9               | 18.39% ***                               | 16.05% | 16.33% |
| 12              | 23.48% ***                               | 20.49% | 20.85% |
| 24              | 39.75% ***                               | 34.69% | 35.31% |
| 48              | 58.87% ***                               | 51.37% | 52.28% |
| 72              | 68.05% *                                 | 59.39% | 60.44% |
| 96              | 72.47% *                                 | 63.24% | 64.36% |
| 120             | 74.59% *                                 | 65.10% | 66.24% |

## VII. Literatura Citada

**Agrodesierto, 2012. Programas Agroforestales. Moringa - Moringa oleífera.** (En Línea). Consultado 28 Sep. 2012 Disponible en: <http://www.agrodesierto.com/moringa.html>

**Alfaro, N., Martínez, W. 2008.** Uso potencial de la Moringa (*Moringa oleífera*, Lam) para la producción de alimentos Nutricionalmente Mejorados. Cartilla: Caracterización agronómica y nutricional *Moringa oleífera*, Lam (en el contexto Guatemalteco). Edit. Illus. Guatemala, GT. 30p.

**AOAC. 1990.** Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists, 15th ed. Washington, D.C., US. 1213p.

**ANON.** Asociación Nicaragüense de Productores y Exportadores de Productos no Tradicionales. Marango (*Moringa oleífera* Lam). Managua, NI. 3 p.

**Araque, C., Arrieta, G., Sánchez, A.; Sandoval, E. (2002).** Efecto de la edad del rebrote y tasa de crecimiento del mataradón (*Gliricidia sepium*) sobre su bromatología y minerales Effect of regrowth age and growing rate of mataradón (*Gliricidia sepium*) on its bromatology and minerals. *Zootecnia Tropical*, 20(2), 191-203.

**BCN (Banco Central de Nicaragua). 2011.** (En Línea). Informe Anual. Consultado 11 Ago. 2012. Disponible en: <http://bibliotecavirtual.bcn.gob.ni/imagenes/bodega/informes/01-%20Informe%20Anual%202011.pdf>

**Benavides, E.J 1998.** Conferencia electrónica de la FAO sobre “Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica”. Árboles y Arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. (En Línea). Consultado 12 Sep. 2012 Disponible en: [www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/bnvdes23.htm](http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/bnvdes23.htm)

**Botero, R.; Russo, R. 1998.** Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. (En Línea). Consultado 12 Sep. 2012 Disponible en: <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/50000024.pdf>

**Carmona, J. C. (2012).** Efecto de la utilización de arbóreas y arbustivas forrajeras sobre la dinámica digestiva en bovinos. Revista Lasallista de investigación. 4(1). 40-50p. En Línea. Consulta Consultado: 1 Sep. 2012. (En Línea) Disponible en: [http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/466/1/40-50\\_utilizaci%C3%B3n%20de%20arb%C3%B3reas%20y%20arbustivas.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/466/1/40-50_utilizaci%C3%B3n%20de%20arb%C3%B3reas%20y%20arbustivas.pdf)

**Cecconello, G; Benezra, M; Obispo, N. 2003.** Composición química y degradabilidad ruminal de frutos algunas especies forrajeras leñosas de un bosque tropical seco. Zootecnia Tropical. 21 (2). 149-165.

**CENAGRO (Censo Nacional Agropecuario). 2002.** Tercer Censo Nacional Agropecuario. INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). (En Línea). Consultado 1 Sep. 2012. Disponible en: [www.inec.gob.ni/cenagro/presultados](http://www.inec.gob.ni/cenagro/presultados).

**Country Compass. 1999.** Forestry Department. Corporate Document Repository. Forest Energy Forum. (En Línea). Consultado 14 Ago. 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/X2115E/x2115e06.htm>

**Ørskov, E.; McDonald, I. 1979.** The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. Journal of Agricultural Science. 92. 499-503.

**E. R. Ørskov, F D De BHovell and F Mould. 1980.** The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuff. Tropical Animal Production. 5 (3). (En Línea). Consultado 3 Ago. 2012. Disponible en: [http://www.fao.org/ag/AGA/agap/frg/TAP53/53\\_1.pdf](http://www.fao.org/ag/AGA/agap/frg/TAP53/53_1.pdf)

**FAGANIC (Federación de Asociaciones Ganaderas de Nicaragua). 2012.** (En Línea). Consultado 30 Sep. Disponible en: <http://www.faganic.org.ni/>

**FAO, 2013. Programa de la FAO: Ganadería.** (En Línea). Consultado 5 Sep. 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/gender/gender-home/gender-programme/gender-livestock/es/>

**Flores, O. I., Bolivar, D. M., Botero, J. A., & Ibrahim, M. A. (1998).** Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el trópico. Livestock research for rural Development, 10(1). (En Línea). Consultado 29 Ago. Disponible en: [lrrd.cipav.org.co/lrrd10/1/cont10\\_1.htm](http://lrrd.cipav.org.co/lrrd10/1/cont10_1.htm)

**Foidl, N. 1995.** Conferencia electrónica de la FAO sobre “Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica”. Utilización del Marango (*Moringa Oleífera*) como forraje fresco para Ganado. (En Línea). Consultado 30 Ago. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/014/x1213s/x1213s08.pdf>

**Foster, J.; Lamb, G.; Tilman, B.; Marois, J.; Wright, D.; Maddox, M. 2012.**In Sacco degradation Kinetics of fresh and field-cured peanut (*Arachis hipogea* L.) forage harvested at different maturities. *Animal Feed Science and Technology*.171 (1).52-59 p.

**Francis, G., Becker, K; Makkar, H.P.S. 2006.** Products from little researched plants as aquaculture feed ingredients. *Agrippa* FAO online journal. University of Hohenheim. (En Línea). Consultado 5 go. Disponible en: [http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/AGRIPPA/551\\_EN.HTM](http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/AGRIPPA/551_EN.HTM)

**Galindo, W. F., Rosales, M., Murgueitio, E., Larrahondo, J. (1989).** Sustancias anti nutricionales en las hojas de guamo, nacedero y matarratón. *Livestock Research for Rural Development*, 1(1), 36-47.

**Galindo, J., González, N., Marrero, Y., Aldama, A. I. (2005).** Cinética de la actividad de las celulasas microbianas en el líquido de rumen. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 39(4), 587-592.

**García González, J.A. 2009.** Efecto de diferentes proporciones de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), Pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) y melaza sobre la composición química del ensilaje de Marango (*Moringa oleifera*). Tesis de grado de Ingeniería en Zootecnia. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Ciencia Animal. Managua NI. 34 p.

**García, D. E., y Medina, M. G. (2006).** Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. *Zootecnia Trop*, 24(3), 233.

**González, E., y Cáceres, O. (2002).** Valor nutritivo de árboles, arbustos y otras plantas forrajeras para los rumiantes. *Pastos y Forrajes*, 25, 15. (En Línea). Consultado 23 Ago. Disponible en:

<http://revistas.mes.edu.cu/greenstone/collect/repo/archives/D0864039/402150.dir/0864039402150.pdf>

**Gutiérrez, P., Rocha, L., Reyes-Sánchez, N., Paredes, V., y Mendieta-Araica, B. 2013.** Tasa de degradación ruminal de follaje de *Moringa oleifera* en vacas Reyna usando la técnica *in sacco*. La Calera, 12(18), 37-44.

**IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR). 1985.** Redacción de Referencias Bibliográficas; normas oficiales del IICA. 3 ed.Rev. San José, CR, CIDIA. 57 p.

**INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales) 2012.** Informe Meteorológico. Nicaragua. (En Línea). Consultado 18 Ago. Disponible en: [www.ineter.gob.ni/](http://www.ineter.gob.ni/)

**Jahn, S.; Musnad, H.; Burgstaller, H. (1986).** Un árbol que purifica el agua: cultivo de Moringaceae para usos múltiples en el Sudán. Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales. 38(152), 23-28. (En Línea). Consultado 18 Ago. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/r7750s/r7750s04.htm>

**Kaito R J, Umunna N N, Nsahlai I V, Tamminga S, Vabruchem J, Hanson J and Vandewouw M 1996.** Palatability of multipurpose tree species. Effect of species and length of study on intake and relative palatability by sheep. Agroforestry Systems 33(3):249-261

**Martín, G. J., Noda, Y., Pentón, G., García, D. E., García, F., González, E., Arece, J. (2007).** La morera (*Morus alba*, Linn.): una especie de interés para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*, 30, 1-1.

**Mendieta, A.B. 2011.** *Moringa oleifera* as an Alternative Fodder for Dairy Cows in Nicaragua. Doctoral Thesis. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, SE.57p.

**Murgueitio, E., Rosales, M., Gómez, M., 1999.** CIPAV (Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria). Agroforestería para la producción animal sostenible. Cali, CO. 65p.

**Noguera, R. 2007.** Modelación de la cinética de degradación de alimentos para rumiantes. (GRICA) Grupo de investigaciones en ciencias agrarias. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. Medellín, CO. 174-182 p.

**NRC (National Resource Council) 1989.** Nutrient requirements of dairy cattle, 6<sup>th</sup> revised edition. Washington D.C., National Academy of Sciences. 157p.



**Ørskov, E.; McDonald, I. 1979.** The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science* 92(02).499-503.

**Ørskov, E.R. 1982.** Protein Nutrition Ruminants. Academic Press.London.UK.160p.

**Pérez, A; Sánchez, T; Armengol, N; Reyes, F. 2010.** Características y potencialidades de Moringa oleífera, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. *Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”*. Pastos y Forrajes, 33(4). 2010. Matanzas, CU

**Pinzón, S. (2005).** Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla. *Revista Corpoica*, 6(1). 22p.

**Pulido, R.; Leaver, J.D. 2000.** Degradabilidad Ruminal del forraje disponible en la pradera y del aparentemente consumido por vacas lecheras. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. Brasilia, BR. 35(5).1003-1009.

**R Development Core Team, 2011 R: A language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing, Viena, Austria.ISBN 3-900051-07-0.** (En Línea). Consultado 16 Feb. Disponible en: <http://www.r-project.org/>

**Razz, R., Clavero, T., & Vergara, J. 2004.** Cinética de degradación in situ de la Leucaena leucocephala y Panicum maximum. *Rev. Cien. Fac. Cien. Vet. LUZ*, 14(5).

**Ramirez, R; Ramirez, R; Lopez, F. 2002.** Factores estructurales de la pared celular del forraje que afecta su digestibilidad. *Ciencia UANL*, 5(2).

**Reyes Sánchez, N. 2004.** Marango: cultivo y utilización en la alimentación animal. Universidad Nacional Agraria, Managua, NI. 22 p. (Colección: Guía técnica No. 5).

**Reyes Sánchez, N. 2007.** *Moringa oleifera* and *Cratylia argentea*: Potential Fodder Species for Ruminants in Nicaragua. .Doctoral Dissertation. Dept. of Animal Nutrition and management, SLU. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae.Uppsala, SE*. 1.1-51.

**Reyes Sánchez, N.; Rodríguez, R.; Mendieta Araica, B.; Mejía Sobalvarro, L.; Mora Taylor, A.P. 2009.** Efecto de la suplementación con Moringa oleífera sobre el comportamiento productivo de ovinos alimentados con una dieta basal de pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.). La Calera. Universidad Nacional Agraria, Managua, NI. 9(13). 60-69.

**Rocha, 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. Agro. Facultad de Ciencia Animal. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 36 p.

**Ruiz, T. E., Febles, G. J., Castillo, E., Jordan, H., Galindo, J. L., Chongo, B., y Crespo, G. J. 1999.** Tecnología de Producción Animal Mediante Leucaena leucocephala Asociada con Pastos en el 100% del Área de la Unidad Ganadera. In Memorias Primer Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Animal Sostenible Cali, Colombia. on line Disponible en: [www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/RuizTE](http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/RuizTE).

**Stern, M. S., Calsamiglia, S., & Endres, M. I. (1994).** Dinámica del metabolismo de los hidratos de carbono y del nitrógeno en el rumen. Nuevos sistemas de valoración de alimentos y programas alimenticios para especies domésticas.

**Vergara-López, J., & Araujo-Febres, O. (2006).** Producción, composición química y degradabilidad ruminal in situ de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick en el bosque seco tropical. Revista Científica, 16(3), 239-248.

**Villalobos, C.; González, E.; Ortega, J. 2012.** Técnicas para estimar la degradación de proteína y materia orgánica en el rumen y su importancia en rumiantes en pastoreo. Técnica Pecuaria en México. 38(2). 119-134 p.