



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
(UNA)**

**FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
(FACA)**

TESIS

Producción de Biomasa de *Moringa oleifera* sometida a diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte, en el trópico de seco de Managua, Nicaragua.

Por:

Br. Bayron Antonio Flores Leiva.

Br. Francisco Jaime Duarte.

Managua, Nicaragua.

Agosto, 2004.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
(UNA)**

**FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
(FACA)**

TESIS

Producción de Biomasa de *Moringa oleifera* sometida a diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte, en el trópico de seco de Managua, Nicaragua.

Por:

Br. Bayron Antonio Flores Leiva.

Br. Francisco Jaime Duarte.

Tutor:

Ing. Nadir Reyes Sánchez MSc

Managua, Nicaragua.

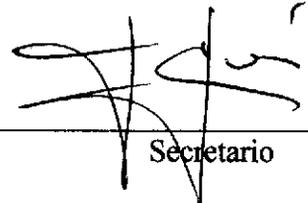
Agosto, 2004.

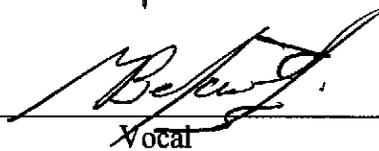
Esta tesis fue aceptada en su presente forma, por el consejo de investigación y Desarrollo de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria aprobada por el tribunal examinador como requisito parcial para optar al cargo de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

MIEMBROS DEL TRIBUNAL


Presidente


Secretario


Vocal


Tutor

SUSTENTANTES


Br. Bayron Antonio Flores Leiva.


Br Francisco Jaime Duarte.

DEDICATORIA.

El presente trabajo esta dedicado a Dios por su amor y brindarme la sabiduría, la salud y la fortaleza para realizar mis estudios.

Con mucho orgullo a mis padres, Olga Leiva Pérez y Teclio Flores Urbina que con gran ejemplo, esfuerzo y sacrificios me apoyaron de forma incondicional y depositaron su confianza en mi en el transcurso de mi carrera hasta llegar a ser un profesional..

A mis hermanos (as), por su entusiasmo y cariño durante la realización de mis estudios y con la fe en Dios coronen una carrera universitaria.

Bayron Antonio Flores Leiva

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de curso final a Dios sobre todas las cosas por haberme dado la vida y por permitirme llegar hasta la meta final de mi carrera con salud y entusiasmo.

También lo dedico a mi Familia por haberme dado su apoyo incondicional y su comprensión a lo largo de 5 años de mi carrera principalmente a mi madre Lidelba Duarte Tórréz y mi Papá José Estanislao Jaime López.

A todos aquellos que de una u otra forma, han contribuido en mi formación y desarrollo profesional.

Francisco Jaime Duarte.

AGRADECIMIENTOS

A Dios nuestro creador sobre todas las cosas por darnos su amor e inteligencia en la culminación de nuestros estudios a través del trabajo realizado.

En especial a nuestros padres por su apoyo incondicional en cada momento difícil de la vida y sobre todo en la realización de nuestros estudios.

Nuestro más sincero agradecimiento al Ing. Nadir Reyes Sánchez MSc por dedicarnos su valioso tiempo, su desinteresada y constante asesoría técnica y científica y sus valiosos consejos que sin su ayuda no sería posible la realización de esta Tesis..

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 Dres. Victor Aguilar e Inger Ledin por la colaboración brindada en la realización de nuestra investigación.

A los Ingenieros Bryan Mendieta, Álvaro Benavides, Roldan Corrales, Carlos Ruiz y al Dr. Freddy Alemán, por sus sugerencias y colaboración en el desarrollo de este trabajo. .

A la Lic. Idalia Casco y Lic Augusto Cesar Cajina por su colaboración y apoyo en el trabajo realizado.

A la Universidad Nacional Agraria y sus autoridades por permitirnos realizar nuestros estudios en esta ALMA MATER. A todos nuestros amigos y demás personas que de una u otra forma nos apoyaron en el cumplimiento de este esfuerzo.

Bayron Antonio Flores Leiva

Francisco Jaime Duarte

Carta del tutor

Por este medio hago constar que los bachilleres: Bayron Antonio Flores Leiva y Francisco Jaime Duarte han concluido satisfactoriamente su trabajo de tesis titulado Producción de biomasa de *Moringa oleifera* bajo diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte en un suelo con características de trópico seco en Managua, Nicaragua, habiendo cumplido cabalmente con los objetivos planteados en el mismo.

Durante el transcurso de la investigación los bachilleres Flores Leiva y Duarte Jaime 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 sometido a la consideración del honorable tribunal examinador para optar al grado de Ingeniero Agrónomo con orientación en Zootecnia.

Ing. Nadir Reyes Sánchez MSc.

TUTOR

	INDICE	Pág.
I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	2
2.1.	General	2
2.2.	Específicos	2
III.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1.	Generalidades	3
3.2.	Identificación taxonómica de la especie.	3
3.3.	Descripción botánica de la especie.	4
3.4.	Distribución geográfica.	4
3.5.	Adaptación y evaluación agronómica.	5
3.5. 1.	Método de propagación	5
3.6.	Rendimiento de <i>Moringa oleifera</i>	6
3.6.1.	Producción de semilla	8
3.7.	Plagas y enfermedades	8
3.8.	Características nutricionales de <i>Moringa oleifera</i> .	8
3.8.1.	Aminoácidos	11
3.8.2.	Vitaminas.	11
3.8.3.	Minerales	12
3.9.	Factores anti- nutricionales.	12
3.10.	Uso del marango como alimento para animales	16
3.11.	Aplicación y utilidades de <i>Moringa oleifera</i> .	18
3.11.1.	Sistemas agroforestales.	18
3.11.2.	Ornamentales.	19
3.11.3.	Cercos vivos.	19
3.11.4.	Fertilizantes	19
3.11.5.	Clarificador de miel.	19
3.11.6.	Clarificador del agua.	19
3.11.7.	Agente limpiador domestico.	20
3.11.8.	Control de erosión y mejora de suelo.	20
3.11.9.	Fuente de hormonas, promotora de crecimiento vegetal.	20
3.11.10.	Alimento humano.	21
3.11.11.	Silvicultura.	21
3.11.12.	Medicinal.	21
3.11.13.	Comestibilidad.	22
3.11.14.	Madera, leña (combustible) y cordelería.	22
3.11.15.	Aceite.	22
3.11.16.	Tinte y goma.	23
3.11.17.	Apicultura.	23
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	24
4.1.	Ubicación del área experimental	24
4.2.	Condiciones edafoclimáticas	24

4.2.1.	Clima	24
4.2.2.	Suelo	24
4.3.	Descripción del área experimental	25
4.4.	Corte de uniformidad (segundo año de evaluación)	26
4.5.	Limpieza del área experimental	26
4.6.	Descripción del diseño experimental	26
4.7.	Modelo estadístico	27
4.8.	Descripción de las variables en estudio	27
4.8.1.	Rendimiento de materia fresca total (RMFT)	27
4.8.2.	Rendimiento de materia fresca fracción fina (RMFFF)	28
4.8.3.	Rendimiento de materia fresca fracción gruesa (RMFFG)	28
4.8.4.	Contenido de materia seca (CMS).	28
4.8.5.	Rendimiento de materia seca total (RMST)	29
4.8.6.	Rendimiento de materia seca fracción fina (RMSFF)	29
4.8.7.	Altura promedio de la planta (APP)	29
4.8.8.	Tasa de crecimiento (TC.)	29
4.8.9.	Porcentaje de ceniza (%)	30
4.9.	Análisis estadístico	30
v.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
5.1.	Rendimiento de materia fresca total (RMFT)	31
5.2.	Rendimiento de materia fresca fracción fina (RMFFf)	32
5.3.	Rendimiento de materia fresca fracción gruesa (RMFFG)	33
5.4.	Porcentaje de materia seca (% MS)	34
5.5.	Rendimiento de materia seca total (RMST)	34
5.6.	Rendimiento de materia seca fracción fina (RMSFF)	36
5.7.	Altura promedio de la planta (APP)	38
5.8.	Tasa de crecimiento (TC)	39
5.9.	Porcentaje de cenizas (% de cenizas)	41
vi.	CONCLUSIONES	43
vii.	RECOMENDACIONES	44
viii.	BIBLIOGRAFÍA	45

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Lista de especies del género <i>Moringa</i> .	4
Tabla 2. Productividad de biomasa fresca, masa seca y proteína promedio en 8 cortes por año en <i>Moringa oleifera</i> , bajo diferentes densidades de siembra (edad de la plantación, 45 días)	7
Tabla 3. Extracción de nutrientes por kg/ha/año, bajo diferentes productividades (biomasa seca/ha) en <i>Moringa oleifera</i> .	7
Tabla 4. Comparación del contenido nutritivo de las hojas de <i>Moringa oleifera</i> con otros alimentos (por cada 100 gr de parte comestible).	9
Tabla 5. Análisis químico de hojas frescas, tallos y semillas de <i>Moringa oleifera</i> .	9
Tabla 6. Composición química de especies diferentes de árboles forrajeros usados en Centroamérica (Becker,, 1995).	10
Tabla 7. Composición de aminoácidos (g/16g n) en hojas extraídas y extractos de hojas de <i>Moringa oleifera</i> y referencia proteica de la FAO para niños de 2 - 5 años de edad (adaptado por Makkar y Becke., 1996, 1997).	11
Tabla 8. Análisis de las vainas, hojas fresca y polvo de hojas secas de <i>Moringa oleifera</i> (por cada 100 gr de porción comestible).	13
Tabla 9. Contenido de fenoles totales, taninos, taninos condensados, saponinas, fitatos, lecitina e inhibidores de tripsina en hojas y extractos de hojas de <i>Moringa oleifera</i> , datos expresados (g/kg ⁻¹) (Makkar y Becker, 1996).	15
Tabla 10. Factores antinutricionales en hojas de vegetales convencionales y no convencionales.	16
Tabla 11. Datos de pruebas experimentales efectuados en Centroamérica. (consumo diario 15 kg por res).	17
Tabla 12. Análisis químico del suelo.	25
Tabla 13. Análisis físico del suelo.	25

Tabla 14. Descripción de los tratamientos.	26
Tabla 15. Análisis de varianza del rendimiento de materia fresca total (ton/ha/año).	31
Tabla 16. Comparaciones de medias obtenidas en la variable rendimiento de materia fresca total (ton/ha/año).	31
Tabla 17. Análisis de varianza para el rendimiento de materia fresca fracción fina (ton/ha/año).	32
Tabla 18 Análisis de varianza para el rendimiento de materia fresca fracción gruesa (ton/ha/año).	33
Tabla 19. Comparaciones de medias del rendimiento de materia fresca fracción gruesa sometida a diferentes frecuencias de corte (ton/ha/año).	33
Tabla 20. Análisis de varianza para la variable porcentaje de materia seca de <i>Moringa oleífera</i> .	34
Tabla 21. Análisis de varianza para el rendimiento de materia seca total (ton/ha/año).	35
Tabla 22. Comparaciones de medias para el rendimiento de materia seca total de <i>Moringa oleífera</i> .	35
Tabla 23. Análisis de varianza para el rendimiento de materia seca fracción fina (ton/ha/año).	37
Tabla 24. Comparación de medias del rendimiento de materia seca fracción fina con respecto a las diferentes frecuencias de corte (ton/ha/año).	37
Tabla 25. Análisis de varianza para la altura promedio de la planta	38
Tabla 26. Comparaciones de medias de la altura promedio de plantas(cm) con respecto a las diferentes frecuencias de corte.	38
Tabla 27. Análisis de varianza para la variable tasa de crecimiento (kgMS/ha/año)	39
Tabla 28. Comparaciones de medias para la variable tasa de crecimiento bajo diferentes frecuencias de corte.	40
Tabla 29. Análisis de varianza para la variable porcentaje de cenizas.	41

Tabla 30. Comparaciones de medias para la variable contenido de cenizas
bajo diferentes frecuencias de corte de *Moringa oleifera*.

52

Flores, B. A; Jaime, F. Biomass production of *Moringa oleifera* under different planting densities and cutting frequencies in a dry tropic in Nicaragua. Thesis Animal Sciens Engineer Agronomist Managua. Nicaragua. Universidad Nacional Agraria...51...pages.

Key words: *Moringa*, plant densities, cutting frequencies, biomass production, yield, tolerance, design, experiment, treatment.

Abstract

This experiment was carried out at the farm "Santa Rosa", located geographically to 12°08'15" north latitude and 86°09'36" east longitude; community "Sabana Grande" county of Managua, between the period of October 2002 to October 2003. Its main purpose is to evaluate the effect of different plants densities and cutting frequencies on the biomass production of *Moringa oleifera* Lam low conditions of tropic drought sprinkle. A split plot in a random block design (RBA), with four replications was used in an experimental part main plots was densities plant (250,500 and 750 a thousand, plants/ha) and, subplot was cutting frequencies (45,60 and 75 days). The variables evaluated were: fresh matter total yield (FMTY), fresh matter fine fraction yield (FMFFY), fresh matter rough fraction yield (FMRFY), dry matter total yield (DMTFY), growth ratio (GR), average height of the plants (AHP), dry matter percentage (% DM), ash percentage (% A). An analysis of variance was done and comparisons of means with Tukey simultaneous test, utilizing the statistics package MINITAB version 13, for PC - 2000. The results in the analysis of variance showed that the densities plant not presented effects significatives ($p < 0.05$), on the variables evaluated in *Moringa oleifera*, the cutting frequencies that presented effects significatives ($p < 0.05$) for almost of the variables was the cutting frequency to 75 days showed the results for the variables, fresh matter total yield (41.18 ton/ha/year), fresh matter rough fraction yield (20.11 ton/ha/year), dry matter total yield (7.34 ton/ha/year), average height of the plant (109.02 cms), growth ratio (19.61 kgMs/ha/day), percentage ash (9.84 %), except to the dry matter fine fraction yield (4.51 ton/ ha/year), whose best result was found in the cutting frequency (60 days).

Flores, BA; Jaime, F. Producción de Biomasa de *Moringa oleifera* bajo el efecto de diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte en el trópico seco de Nicaragua. Tesis. Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 51 páginas.

Palabras claves: *Moringa*, densidad de siembra, frecuencia de corte, producción de forraje rendimiento, tolerancia, diseño, experimento, tratamiento.

Resumen

Este experimento se llevó a cabo en la hacienda Santa Rosa localizada geográficamente a 12,08,15 de latitud Norte y 86,09,36 longitud Este en la comunidad de sabana grande municipio de Managua, entre el periodo de octubre 2002 a octubre 2003. Tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte en la producción de biomasa de *Moringa oleifera* Lam bajo condiciones de trópico seco. Se utilizó el diseño de bloques completo al azar (BCA) con cuatro repeticiones en un arreglo de parcelas divididas donde las densidades de siembra (250, 500 y 750 mil plantas /ha) eran para las parcelas principales y las frecuencias de corte (45, 60 y 75 días) para las subparcelas. Las variables evaluadas fueron: Rendimiento de materia fresca total (RMFT), Rendimiento de materia fresca fracción fina (RMFFF), Rendimiento de materia fresca fracción gruesa (RMFFG), Rendimiento de materia seca total (RMST), Tasa de crecimiento (TC), Altura promedio de la planta (APP), Porcentaje de materia seca (% MS), Porcentaje de cenizas (% C). Se realizó análisis de varianza y comparación de medias por la prueba simultánea de Tukey utilizando el paquete estadístico MINITAB versión 13. para PC 2000. Los resultados en el análisis de varianza mostraron que las densidades de siembra no presentaron efectos significativos importantes ($p < 0.05$) en las variables evaluadas en *Moringa oleifera*, la frecuencia de corte que presentó efectos significativos a un ($p < 0.05$) para la mayoría de las variables fue la frecuencia de corte a los 75 días que mostró los mejores resultados para las variables: RMFT (41.18 ton/ha/año), RMFFG (20.11 ton/ha/año), RMST (7.34 ton/ha/año), APP (109.02 cms), TC (19.61 Kgs MS/ha/día), %C (9.84%), excepto para el RMSFF (4.51 ton/ha/año), cuyos mejores resultados fueron encontrados en la frecuencia de corte a los 60 días.

I. INTRODUCCIÓN

La alimentación del ganado en Nicaragua, como en el resto de países tropicales, se basa casi exclusivamente en la utilización de pastos y forrajes, principalmente gramíneas, constituyen el recurso de mayor disponibilidad para dicho propósito; sin embargo, no es suficiente para satisfacer los requerimientos del animal durante una gran parte del año.

La cantidad de biomasa que produce un pasto es uno de los aspectos principales que se debe considerar en la selección de especies forrajeras, además de su utilización y manejo agronómico, debido a la variabilidad que estos presentan con factores relacionados con: la adaptación al clima, persistencia, competencia intra específica y otros.

El suministro irregular de forraje durante el año, debido a la distribución estacional de las precipitaciones, la baja calidad de los pastos durante la época seca y los elevados costos de los suplementos alimenticios, son factores que repercuten negativamente sobre la producción bovina en el trópico.

Actualmente, existe una marcada tendencia, hacia la búsqueda de nuevas fuentes de proteína, provenientes de árboles y arbustos forrajeros que no requieren de grandes insumos agronómicos y de alta tecnología, para su establecimiento y manejo; constituyen potenciales fuentes viables de forraje suplementario que los pequeños, medianos y grandes productores ganaderos, podrían utilizar para mejorar la nutrición y productividad del ganado.

Una de estas alternativas, viables para mejorar la producción animal en épocas de escasez, es el árbol forrajero *Moringa oleifera* Lam, conocida comúnmente como marango que pertenece a la familia Moringaceae que crece en diferentes condiciones tropicales, es tolerante a la sequía aun cuando las precipitaciones son de 500 mm anuales y se adapta a todo tipo de suelo desde ácido a alcalino y en altitudes que van desde cero hasta los mil metros sobre el nivel del mar.

II. OBJETIVOS

2.1. General

Determinar la producción de biomasa de *Moringa oleifera* sometida a diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte, bajo condiciones de trópico seco en Nicaragua.

2.2. Específicos

Evaluar el rendimiento de materia fresca total (RMFT), rendimiento de materia fresca fracción fina (RMFFF), y rendimiento de materia fresca fracción gruesa (RMFFG) de *Moringa oleifera* sometida a diferentes densidades de siembra y frecuencias de cortes.

Evaluar el rendimiento de materia seca total (RMST) y el rendimiento de materia seca fracción fina (RMSFF) de *Moringa oleifera* sometida a diferentes densidades de siembra y frecuencia de corte.

Evaluar el efecto de diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte sobre el contenido de materia seca (%) y el contenido de minerales totales (% de cenizas) de *Moringa oleifera* bajo condiciones de trópico seco.

Evaluar el efecto de diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte sobre la altura y la tasa de crecimiento de *Moringa oleifera*.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Generalidades

El propósito de la explotación de especies forrajeras es producir la mayor cantidad posible de forraje de la mejor calidad. En la producción de forraje de buena calidad, la búsqueda de nuevas variedades, desempeña un papel importante; así como su manejo, el que se debe tener en cuenta la frecuencia de corte, la fertilización, el suelo, clima y la época del año (Oquendo et al., 1986).

Tomando en cuenta la producción estacional de los pastos que se presenta en el trópico, por la existencia de dos épocas bien definida (lluviosa y seca), una de las principales limitantes lo constituye el déficit alimenticio que ocurre en el periodo poco lluvioso. El empleo de variedades con un mejor equilibrio de producción, el uso de riego y fertilización son alternativas para atenuar la carencia de alimento que origina la estacionalidad de producción de pastos (Rodríguez y Fuentes 2002).

3.2. Identificación taxonómica de la especie

Moringa oleifera Lam (sinónimo de *Moringa pterygosperma* Gaertner), comúnmente llamado “Marango”, es un árbol miembro de la familia Moringaceae que crece a lo largo de la mayoría de los trópicos y es originaria del sur del Himalaya, noreste de India, Pakistán, Bangladesh y Afganistán (Makkar y Becker, 1997). Existen catorce especies conocidas de árbol que pertenecen a la familia de las Moringaceae. *Moringa stenopetala* es nativo de Etiopía y el Norte de Kenia, *Moringa peregrina* originaria del Sudan y Egipto península de Arabia, *Moringa ovalifolia* que crece en Angola y Namibia. Sin embargo, la especie mas conocida es *Moringa oleifera*, que es de rápido crecimiento y resistente a las sequías (Agrodesierto, 1999).

Tabla 1. Lista de Especies del género *Moringa*.

Especies del género <i>Moringa</i>	Lugar de origen
<i>Moringa drouhardii</i>	Madagascar.
<i>Moringa concanensis</i>	Asia, principalmente en la India.
<i>Moringa arborea</i>	Noreste del Kenia.
<i>Moringa hildebrandtii</i>	Madagascar.
<i>Moringa oleifera</i>	India.
<i>Moringa borziana</i>	Kenia y Somalia.
<i>Moringa ovalifolia</i>	Namibia y el estrecho sur-occidente de Angola.
<i>Moringa peregrina</i>	Mar rojo, Arabia y cuerno de África.
<i>Moringa longituba</i>	Kenia, Etiopía y Somalia.
<i>Moringa stenopetala</i>	Kenia y Etiopía.
<i>Moringa pygmaea</i>	Norte de Somalia.
<i>Moringa rivae</i>	Kenia y Etiopía.
<i>Moringa ruspoliana</i>	Kenia, Etiopía y Somalia.

Fuente: Agrod desierto, (1998).

3.3. Descripción botánica de la especie

El árbol de *Moringa oleifera* alcanza de 7 – 12 m de altura y de 20 a 40 cm de diámetro de tallo, con una copa abierta, tipo paraguas, fuste generalmente recto. Las hojas son compuestas y están dispuestas en grupo de folíolos con cinco pares de estos acomodados sobre el pecíolo principal y un folíolo en la parte terminal. En los folíolos hay laminas foliares ovaladas de 200 mm de área foliar organizada frontalmente entre ellas en grupo de cinco a seis. Las hojas son compuestas tripinnadas con una longitud total de 30 a 70 cm. Sus flores son bisexuales, con pétalos blancos, estambres amarillos perfumados. Los frutos en cápsulas trilobuladas, deshicentes de 20 a 40 cm de longitud, cada una contiene de 12 a 25 semillas por frutos. Las semillas son de forma redondeada, color castaño oscuro con tres alas blanquecinas. Cada árbol puede producir de 15,000 a 25,000 semillas por año (Foidl, et al., 1999).

3.4. Distribución geográfica

Moringa oleifera es ampliamente distribuida en todo el mundo, Sur de Himalaya, Nordeste de la India, Bangladesh, Afganistán, Pakistan y Arabia Saudita (Foidl et al. 1999). Es cultivado y se ha naturalizado en la mayoría de los países tropicales. En América Latina y Centroamérica, el marango se introdujo y naturalizó en 1920 como un

árbol ornamental y se usó como cerca viva y para la protección contra el viento (Rocha, 1998).

3.5. Adaptación y evaluación agronómica

El árbol se adapta a altitudes que van desde 0 a 1800 msnm, a una temperatura media anual de 12.6 ° C a 40 °C, a una precipitación mínima de 500 mm a una máxima de 1500 mm por año. Además se adapta a una amplia gama de tipo de suelo, desde arcilloso a arcillo-limoso, pero prefiere suelos bien drenados con un pH de suelo neutro a ligeramente ácido (Dhalla Rosa et al., 1993).

Tolera hasta 6 meses de estación seca si la precipitación es al menos 500 mm/año, es un árbol útil para las zonas semiárida; sin embargo, un prolongado periodo de sequía puede provocar estrés en la planta que resultará en la pérdida de sus hojas (F/FACT., 1996).

Las semillas no tienen ningún periodo de la inactividad, así que puede ser plantada tan pronto cuando están maduras y conservan la capacidad de germinar hasta por un año. Los árboles florecen y dan frutos anualmente y en algunas regiones dos veces al año, durante su primer año, el árbol de *Moringa* crecerá hasta 5 m en altura y producirá flores y frutos. En un plazo de tres años un árbol rendirá de 400 a 600 vainas anualmente, aunque puede producir hasta 1600 vainas (Lowell y Sreeja., 1997).

En cuanto a la germinación, el crecimiento de las plantas jóvenes se ve muy afectado por las condiciones de luz, sobre todo durante los periodos cálidos del año. Por consiguiente, el desplazamiento precoz de las plantitas a unas condiciones de plena luz, combinado con un riego irregular, puede provocar consecuencias desastrosas (Jarquín, Jarquín y Reyes., 2003). La falta de luz puede causar la pérdida de 20 a 30 % de las plantas jóvenes por corte, produciendo gran pérdida de material productivo (Foidl et al., 1999).

3.5.1. Método de propagación

Moringa. oleifera se establece fácilmente por estaca o semillas. Las semillas pueden ser plantadas directamente en el campo o en viveros, no requieren de un tratamiento anterior

y emergen en los primeros diez días después de la siembra. Las plantas que sobresalen de las semillas producen frutos de alta calidad (Hong, et al., 1996).

El marango puede ser cultivado en canchales, áreas pequeñas o grandes de acuerdo al requerimiento del alimento y a las posibilidades de manejo. También en caso de pequeños productores, se puede sembrar por estacas o cercas vivas para posteriormente cosechar los rebrotes. En todo caso, los rebrotes se deben cortar entre 35 a 45 días cada vez. La siembra se debe realizar en forma escalonada para disponer en todo momento de forraje fresco (Foidl et al., 1999).

3.6. Rendimiento de *Moringa oleifera*

El rendimiento es el resultado de un sinnúmero de factores biológico, ambientales y de manejo que se le da al cultivo, los cuales al relacionarse positivamente entre sí dan como resultado una mayor producción por hectárea, el rendimiento, es la variable principal de cualquier cultivo, la cual determina la eficiencia con que las plantas hacen uso de los recursos existentes en el medio, unido al potencial genético de la variedad (Alvarado., 1999).

Con relación a *Moringa oleifera* es muy importante señalar el alto rendimiento de biomasa fresca total comestible (hojas, peciolo, brotes y tallos con diámetro inferior a los 5 mm) que está alrededor de 68 ton/ha/año equivalentes a 15 toneladas de materia seca por hectárea por año (Jarquín, Jarquín y Reyes., 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.

Para obtener altos rendimientos de forraje en cultivos puros de marango bajo condiciones ideales de calidad de semilla, preparación de suelo, humedad, control de malezas y siembra en surcos según la evaluación agronómica realizada en la Universidad Nacional Agraria, por Reyes y Ledin., (2003) la mejor densidad de siembra es la de 500 mil plantas por hectárea, obteniendo una producción de forraje verde de 68 toneladas por hectárea, sin riego y sin fertilización.

Sin embargo, según Foild et al., (1999), considera la densidad de 1 millón de plantas/ha como la óptima, por la producción de biomasa fresca, costo de siembra, manejo del corte y control de malezas en buenas condiciones agroclimáticas. No obstante, la alta densidad crea una alta competencia entre plantas, vía fototropismo, incidiendo estos en pérdidas de plántulas de hasta 20 a 30 % por corte, lo cual produce una gran pérdida de biomasa por área. Adicionalmente los diámetros de los tallos y rebrotes son delgados, incidiendo negativamente en la producción de biomasa, aunque se obtiene alta cantidad de biomasa fresca a expensas de la alta densidad. Con la densidad de 1 millón de plantas/ha se puede producir 78 toneladas de biomasa fresca por hectárea por año realizando aproximadamente 8 cortes al año.

Tabla 2. Productividad de biomasa fresca, biomasa seca y proteína promedio en 8 cortes por año en *Moringa oleifera*, bajo diferentes densidades de siembra (edad de la plantación, 45 días)

Densidad (plantas/ha)	Biomasa fresca (ton/ha/año)	Materia seca (kg/ha/año)	Proteína total (kg/ha)	Pérdidas de plantas (%)
95,000	19.6	2,634	368.7	0
350,000	29.7	4,158	582.0	0
900,000	52.6	5,067	964.2	0
1,000,000	78.0	8,315	1,585.0	1
4,000,000	97.4	12,662	2,405.0	20
16,000,000	259.0	34,031	6,465.0	30

Fuente: Foild et al., (1999).

Con riego se puede obtener una mayor producción, aunque debido a la alta productividad hay una mayor extracción de nutrientes (Ca, P, Mg, K, Na, Cu, Zn, Mn y Fe) del suelo por eso se debe fertilizar (Foild et al., 1999).

Tabla 3. Extracción de nutrientes por kg/ha/año, bajo diferentes productividades (biomasa seca/ha) en *Moringa oleifera* (Foild et al., 1999).

Productividad	Extracción de nutrientes (kg/ha/año)								
	Ca	P	Mg	K	Na	Cu	Zn	Mn	Fe
130	1612	338	429	1924	24.7	0.68	3.1	4.6	45.7
100	1240	260	330	1480	19.0	0.53	2.4	3.5	35.2
80	992	208	264	1184	15.2	0.42	1.9	2.8	28.1
60	744	156	198	888	11.4	0.31	1.4	2.1	21.1
40	496	104	132	592	7.6	0.21	0.9	1.4	14.0
20	248	52	66	296	3.8	0.10	0.4	0.7	7.0

3.6.1. Producción de semillas

Cada árbol *de Moringa* puede producir 15,000 a 25,000 semillas por año. La semilla presenta alto porcentaje de germinación mayores a 90 % aun cuando se hayan plantado semillas de hasta dos años de edad. El número de semillas por kilogramo varía de 3,000 a 4,800 con un peso promedio de 0.3 a 0.4 gr y cada fruto produce de 12 a 16 semillas. Las semillas de un año de edad poseen un alto porcentaje de germinación de 95 %. La producción de semilla oscila de 2.0 a 2.5 ton/ha (Makkar y Becker.,1997).

3.7 Plagas y enfermedades

En la India se han reportado varios casos de plagas como: gusanos cabelludos (*Noordia moringae*) que causa la defoliación de las yemas y los insectos *Draspidotus sp* y *Ceroplastodes cajani* son capaces de causar serios daños a la planta (Ayyar 1940 y Wamy 1954).

También se han reportado daños en *Moringa oleifera* por *Aphis aponecraccibora*, *Diaxenopsis cynoides* (perforador del tallo) y *Gitonia sp* (mosca de la fruta). Las plagas que afectan inmediatamente después de la germinación son hormigas, zompopos, el gusano minador de la hoja y *Mochrslatipes* (Foidl et al., 1999).

En cuanto a las enfermedades, en condiciones de mucha humedad pueden ocurrir pudriciones de las raíces (*Diploidia sp*) y el polvo de la papaya (*Levellula taurica*). Las plagas pueden ser controladas por trampa, control biológico y/o mecánico, fumigación o aspersión haciendo uso de aceite de pescado, resina de jabón y fungicida BHC (hexacloruro de benceno insecticida organoclorinado que controla plagas del suelo), (Sivagami et al., 1968).

3.8. Características nutricionales de *Moringa oleifera*

Moringa. oleifera posee cualidades nutricionales sobresalientes y está considerada como una de los mejores vegetales perennes. Las hojas de *Moringa* poseen un porcentaje superior al 25 % de proteínas, esto es tanta como el huevo, o el doble que la leche, así

como cuatro veces la cantidad de vitamina A de la zanahoria, cuatro veces la cantidad de calcio de la leche, siete veces la cantidad de vitamina C de las naranjas, tres veces mas potasio que los plátanos, y cantidades significativas de hierro, fósforo, y otros elementos (Agrodesierto., 1998).

Tabla 4. Comparación del contenido nutritivo de las hojas de *Moringa oleifera* con otros alimentos (por cada 100 gr de parte comestible)

Nutriente	<i>Moringa</i>	Otros alimentos
Vitamina A (mg)	1130	Zanahorias: 315
Vitamina C (mg)	220	Naranjas: 30
Calcio (mg)	440	Leche de Vaca: 120
Potasio (mg)	259	Plátanos: 88
Proteínas (mg)	6700	Leche de Vaca: 3200

Fuente: Gopalan et al., (1994).

El análisis proteico promedio basándose en materia seca es del 28 al 30 % en hojas y del 8 % en ramas y tallo. La planta entera, en masa seca tiene un 10 % de azúcar y un 8 % de almidón. Las semillas tienen entre un 30 a 42 % de aceite y su torta un 60 % de proteínas. No contienen toxinas conocidas y la energía metabolizable en las hojas es de 9.5 MJ/kg de materia seca (Agrodesierto., 1998).

Las hojas pueden ser buenas fuentes de proteína para la alimentación animal, conteniendo entre 15.6 % y 29 % de proteína cruda en base al porcentaje de la materia seca en las hojas frescas con alto contenido de proteína sobrepasante (47 % de la proteína total). Los tallos son bajos en proteína cruda (6.2 a 9 %) y alto en FDN (fibra detergente neutra), (64 a 68.4 %) (Makkar y Becker., 1997).

Tabla 5. Análisis químico de hojas frescas y tallos de *Moringa oleifera*.

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

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

2. Becker, 1995; Nicaragua

5. Foild et al. 1999

Variaciones entre diferentes autores reportan contenidos de FDN (fibra detergente neutra) y FDA (fibra detergente ácida) pueden ser debido a diferencias entre las variedades de las plantas y las diferentes condiciones agro-climáticas, o posiblemente a los diferentes estados de madurez de las hojas

Comparando el valor nutritivo de *Moringa oleifera* (hojas, pecíolos y tallos jóvenes) con otros forrajes, *Moringa* tiene 8 % más bajo contenido de proteína que *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala*. Sin embargo, para el rumiante la proteína de *Moringa* es la de mejor calidad que *Gliricidia* y *Leucaena* por el alto contenido de proteína sobrepasante (47 % contra 30 % y 41 % respectivamente) (Becker, 1995).

La energía metabolizable y la digestibilidad in vitro de la materia seca son más altos en *Moringa* que en otras especies excepto *Morus alba* que tiene valores similares para este parámetro. Sin embargo, el contenido de la proteína fué de 3 % superior en *Moringa* que en *Morus alba* (Becker, 1995).

Tabla 6. Composición química de especies diferentes de arboles forrajeros usados en Centroamérica (Becker., 1995)

Fuente de proteína *	PB %	EM/Mcal/kg **	DIVMS %
<i>Eritrina cocleata</i>	19.40	1.83	49.40
<i>Morus alba</i>	13.80	2.52	67.40
<i>Leucaena leucocephala</i>	25.00	1.78	47.80
<i>Gliricidia sepium</i>	25.80	2.18	58.40
<i>Guazuma ulmifolia</i>	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

* La planta entera; ** Multiplicando DE por 0.85

3.8.1. Aminoácidos

Los aminoácidos son los constituyentes esenciales de las proteína, siendo estas los constituyentes principales de los tejidos. Aunque el organismo es capaz de sintetizar la mayoría de los aminoácidos que necesita, diversos aminoácidos no son elaborados en

suficientes cantidades y la mayoría de ellos son obtenidos de la dieta, esto son llamados aminoácidos esenciales (Lowell., 1999).

Moringa es rica en dos aminoácidos (metionina y cisteina) generalmente deficientes en otros elementos. El contenido de aminoácidos en las hojas, es más bajo que en el extracto de hojas que podría ser debido a la presencia de altas cantidades de nitrógeno no proteico (Makkar y Becker., 1997).

Tabla 7. Composición de aminoácidos (en g/16g N⁻¹) en hojas extraídas y extractos de hojas de *Moringa oleifera* y referencia proteica de la FAO para niños de 2 - 5 años de edad (adaptado por Makkar y Becker., 1996, 1997)

Aminoácidos	Hojas (g 16 g N ⁻¹)	Hojas (g kg ⁻¹ DM)	Hojas extraídas (g 16 g N ⁻¹)	Referencias de FAO (g 16 g N ⁻¹)
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
Cisteina	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 aspartico	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
Triftofano	2.10	5.27	2.13	1.10

Nd: no disponible

3.8.2. Vitaminas

El follaje de *Moringa oleifera*, es excepcionalmente rico en vitaminas del complejo B, comparado con el contenido de vitamina B de hojas de otros vegetales (Malik et al., 1967). Girija et al., (1983) reportó que entre las hojas de diferentes vegetales (*Amaranthus gengeticus*, *Hibiscus cannabinus*) la biodisponibilidad de tiamina y

riboflavina, fue superior en las hojas de *Moringa* en relación con los otros vegetales en estudio.

Souza, y Kulkarni., (1993), encontraron que las hojas de *Moringa oleifera* son considerablemente ricas en vitamina B y C, así como también en el contenido de tiamina y piridoxina. Aunque es importante destacar que el follaje de las plantas jóvenes contienen mayor concentración de vitaminas que el follaje de plantas maduras. El follaje fresco ha exhibido altos valores de vitaminas C con relación al follaje seco (414 mg x 100 gr de follaje fresco en contraste a 362 mg x 100gr de follaje seco) Ver Tabla 8.

3.8.3. Minerales

Las hojas de *Moringa oleifera* son ricas en minerales como, calcio y hierro (Makkar y Becker., 1997). Lowell., (1999) reportó que el contenido de minerales, es bastante equilibrado, tanto en las hojas como en las vainas excepto en el contenido de calcio, potasio y hierro que poseen valores nutricionales muy elevados. Al respecto Devadatta y Apanna, (1957) concluyeron que el follaje de esta especie es una buena fuente de calcio y otros minerales (Tabla 8).

El análisis químico de la tabla 8, muestra que el contenido de agua (86.9 %) y fibra (4.8 gr) es mayor en las vainas (86.9 % y 4.8 gr, respectivamente) que en las hojas frescas (75 % y 0.9 gr respectivamente); en cambio los contenidos de energía (92 calorías), proteína (6.7 gr), grasa (1.7 gr) y carbohidratos (13.4 gr) son mayores en las hojas y menores en las vainas. Sin embargo, tanto las hojas como las vainas pueden ser una fuente de alto valor nutricional para personas y animales de todas las edades (ECHO., 1995).

3.9. 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)

Tabla 8. Análisis de las vainas, hojas frescas y polvo de hojas secas de *Moringa oleifera* (por cada 100 gr de porción comestible)

Componentes nutricionales	Vainas	Hojas	Polvo de hojas
Componente generales			
Agua %	1086.9	75	7.5
Calorías	26	92	205
Proteínas(g)	2.5	6.7	27.1
Grasa (g)	0.1	1.7	2.3
Carbohidrato (g)	3.7	13.4	38.2
Fibra (g)	4.8	0.9	19.2
Minerales			
Minerales (g)	2.0	2.3	---
Ca (mg)	30	440	2003
Mg (mg)	24	25	368
P (mg)	110	70	204
K (mg)	2.59	259	1324
Cu (mg)	3.1	1.1	0.57
Fe (mg)	5.3	7.0	28.2
S (g)	137	137	870
Vitaminas			
Ácido oxálico (mg)	0.11	101	1.6
Vitamina A-beta carotena (mg)	423	6.8	16.3
Vitamina B-choline (mg)	0.05	423	---
Vitamina B1-tiamina (mg)	0.07	0.21	2.64
Vitamina B2-Riboflavina (mg)	0.2	0.05	20.5
Vitamina B3-ácido nicotínico (mg)	120	0.08	8.2
Vitamina C-ácido ascórbico (mg)	---	220	17.3
Vitamina E-acetato del tocopherol		---	113
Aminoácidos			
Arginina (g/16gN)	3.6	6.0	1.33%
Histidina (g/16gN)	1.1	2.1	0.61%
Histidina (g/16gN)	1.5	4.3	1.32%
Lycina (g/16gN)	0.8	1.9	0.43%
Trytofano (g/16gN)	4.3	6.4	1.39%
Fenylalanina (g/16gN)	1.4	2.0	0.35%
Methionina (g/16gN)	3.9	4.9	1.19%
Thrionina (g/16gN)	6.5	9.3	1.95%
Leucina (g/16gN)	4.4	6.3	0.83%
Isoleucina (g/16gN)	5.4	7.1	1.06%
Valina (g/16gN)			

Fuente: ECHO, (1995).

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 fué 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 fué observado un nivel de saponina de 4.7 % comparable con el nivel de saponina de *Moringa*. 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 (Liener, 1994 citado por Makkar et al., 1996). Las saponinas presentes en las hojas *Moringa oleifera* 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 *Moringa oleifera* fué de 3.1 y 2.5 % respectivamente, lo que puede provocar que disminuya la biodisponibilidad de los minerales (Makkar y Becker., 1996).

Actividad de inhibidores como tripsina y lecitinas no fué detectada en las hojas ni en el extracto de hojas de *Moringa oleifera*. Otros factores antinutricionales reportados en las hojas de *Moringa oleifera* 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 que también están presentes en altas concentraciones en leguminosas, disminuyen sustancialmente su actividad después de cocinar en agua el material (Bianchi et al., 1983). Gupta et al. 1989 reportan también presencia de nitratos (0.5 mmol por 100 gr) y oxalatos (4.1 %) en las hojas de *Moringa oleifera*. 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.

Glucósidos cianogénicos no se detectaron en las muestras de hojas y en las de tallos los niveles de estos glucósidos fueron muy bajos (5 - 6 mg HCN equivalentes kg⁻¹). Estos niveles son mucho más bajos que los niveles considerados y recomendados como seguros

por las regulaciones de EC que es de < 100 mg HCN equivalente kg^{-1} para yuca y tortas de almendras y, < 250 mg HCN equivalente kg^{-1} para harina de semilla de lino. Además, de acuerdo con las regulaciones de la Comunidad Europea para ganadería, los niveles de sustancias cianogénicas no deben exceder de 50 mg HCN equivalentes kg^{-1} , excepto para pollos donde los niveles de seguridad fijados son de 10 mg HCN equivalente kg^{-1}

Algunos glucosinolatos hacen una importante contribución al sabor y aroma de los alimentos, otros han mostrado ser potencialmente perjudiciales. En el caso de alimentos para humanos y consumo animal generalmente no son aceptados ni deseables niveles altos (Heaney y Fenwick., 1980 citado 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 μmol de glucosinolato g^{-1} dieta y 8 mmol de consumo diario. En vacas, un aumento significativo en los días parto concepción fué observado cuando el consumo diario fué de 85 mmol/vaca (Makkar y Becker, 1997).

Tabla 9. Contenido de fenoles totales, taninos, taninos condensados, saponinas, fitatos, lectina e inhibidores de tripsina en hojas y extractos de hojas de *Moringa oleifera* (datos expresados en g kg^{-1}), (Makkar y Becker., 1996)

Muestras	Fenoles totales *	Taninos *	Saponinas **	Fitatos ***	Glucosidos cianogénicos (mg kg^{-1})	Glucosinolato (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

1Makkar and Becker 1996

2Makkar and Becker 1997

Taninos condensados, lectina, 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 fitico

La presencia de compuesto indeseables como aminoácidos no proteicos, glucosinolatos, alcaloides, polifenoles, lecitinas e inhibidores de proteasa y amilasa se han reportado para

muchas plantas, aunque la mayor parte de estos factores adversos pueden ser eliminados por tratamientos con calor, aunque prolongados periodos de calor puede afectar la calidad de la proteína y perder algunos micronutrientes, como vitaminas, minerales y puede favorecer la destrucción de aminoácidos esenciales como metionina (Oliveira et al., 1999).

Tabla 10. Factores antinutricionales en hojas de vegetales convencionales y no convencionales

Hojas de los vegetales						
Composición química	Aminoácidos	Neem	Colocasia	<i>M. oleifera</i>	Fenogreco o alholva	Calabaza
Nitrato (mole/100 gr)	56.9	0.1	0.3	0.5	1.6	9.3
Oxalato (%)	7.9	2.9	5.1	4.1	4.6	2.8
Saponina (%)	1.9	3.1	0.9	1.2	1.7	1.9
Inhibidor de toxina (TIU/mg proteína)	8.1	1.0	3.3	ND	6.0	4.5
Fenol (mg ácido de tanino equivalente g de peso seco)	11.0	36.5	36.0	27.3	53.4	11.8
Fitatos (mg/g)	32.9	31.6	32.5	31.1	32.1	5.2

Fuente: Gupta et al., (1989).

Las hojas son bastante rica en minerales, y es probable que la presencia de oxalatos y fitatos en concentraciones de 4.1 y 3.1 % respectivamente disminuyan la biodisponibilidad de los minerales biodisponibles (Gupta et al., 1989).

3.10. Uso de *Moringa oleifera* como alimento para animales

Se puede obtener de 8-10 toneladas de proteína pura/ha/año cuando se le siembra para la producción de forraje en altas densidades de plantación y 4 cortes al año siendo superior a cualquier otro tipo de forraje (Salas., 2003).

En ensayos realizados con ganado vacuno, porcino, ovino, caprino, conejos, peces y avícola (Tabla 11) se han constatado importantes incrementos en el rendimiento tanto de ganancia de peso como de producción de leche. Estos resultados han sido como es lógico, mucho mas espectaculares en animales con una dieta deficiente que en otros con dietas equilibradas (Agrodesierto., 1999).

El proyecto Biomasa, una organización de desarrollo en Nicaragua, ha constatado que suministrando hojas de *Moringa* en un 40 a 50 % sobre la ración total, la producción de leche en vacas y el incremento de pesos en ternero aumentaba en un 30 %. También los animales recién nacidos pesaban entre un 13 y 22 % más. (Agrodesierto,1999).

Tabla 11. Datos de pruebas experimentales efectuados en Centroamérica. consumo diario 15 kg por res

Tratamiento	Producción de leche	Aumento de peso	Peso al nacimiento
Con <i>Moringa</i> .	10 lt/día	1,200 gr/día	23 – 26 kg
Sin <i>Moringa</i> .	7 lt/día	900 gr/día	20 – 22 kg

Fuente: Agrodesierto., (1999).

Cuando se inicia la alimentación con *Moringa* es posible requerir de un periodo de adaptación, pudiendo ofrecer un inicio de 15 – 17 kg hasta un máximo de 27 kg de material fresco por animal por día, mezclándolos con otros alimentos que se le ofrecen al ganado. El marango se puede utilizar como un complemento proteico o sustituto completo. En las investigaciones del uso de *Moringa oleifera* como forraje fresco para alimentación del ganado, se están realizando experimento en ganado de leche, y no se han encontrado disminución en los volúmenes de leche, en animales que estaban en pastoreo y suplementado con concentrados y posteriormente se pasaron a pastoreo y suplemento de *Moringa* (Foidl et al., 1998).

Aproximadamente, 30 árboles de *Moringa*, 10 árboles de *Leucaena*, y una pequeña cantidad de otra fuente de hojas como bananas, son fuentes suficientes para suplementar a un cerdo, la dieta óptima en este sistema (cría de cerdo) es cerca del 70 % de *Moringa*, 10 % de *Leucaena* y 20 % de otras hojas. Es posible alimentar en un 100 % a los cerdos con hojas de *Moringa*, pero es importante que la dieta no contenga mas que el 30 % de *Leucaena*; esto es debido a que la toxina que se encuentra en las hojas de *Leucaena*, tiene efectos negativos, provocando infertilidad, y hasta la muerte cuando se suministra en altas cantidades.(ECHO., 1995).

En las aves, lo más conveniente es la preparación de un concentrado con hojas de *Moringa*. Estos animales no suelen admitir el consumo de las hojas fresca o en polvo. La cantidad de proteína recomendable para las aves es del 22 %, de esta cantidad, la mitad se puede obtener a bajo costo del concentrado de hojas (Agrodesierto, 1999).

El concentrado (húmedo o liofilizado), se prepara mezclando y moliendo las hojas de marango con los otros componentes del pienso. Para obtener un concentrado húmedo para consumo inmediato, se ponen las hojas en agua e inmediatamente se pasan a través de un molino o trituradora. La mezcla obtenida se calienta a unos 70 °C, durante unos 10 minutos. En el fondo se depositara una capa compuesta básicamente de proteínas precipitada.

Empleando la liofilización se obtiene un pienso seco que se conserva mejor durante mas tiempo. (Agrodesierto, 1998). Una alternativa casera al proceso de liofilizado, consiste en desecar el concentrado de la siguiente forma: a una olla a presión se le ajusta firmemente un tubo de acero o cobre en la tapa. Este tubo se conecta a un compresor, puede servir por ejemplo el de un congelador desechado, con una temperatura de 330 °C y una presión negativa de 50 mm, se extrae la casi totalidad de agua (evaporación en vacío) (Agrodesierto., 1998).

3.11. Aplicación y utilidades de *Moringa oleifera*.

El árbol de *Moringa*, es una especie arbórea arbustiva de uso múltiple, para establecimiento de sistemas agroforestales, proporcionando un follaje de alto valor nutritivo, vitaminas, minerales y fibras; se considera una alternativa viable como fuente y suplemento alternativo importante en la producción del ganado. A continuación mencionaremos algunos de los usos y aplicaciones múltiples de *Moringa oleifera*.

3.11.1. Sistemas agroforestales

El árbol de *Moringa* es especialmente indicado para la modalidad de agricultura conocida como “Alley cropping” o cultivo en callejones, debido a ciertas características que lo hacen muy adecuado, como su crecimiento rápido, tallos rectos y largos, raíces verticales y profundas y pocas raíces laterales, escasa sombra (cortina mínima) y alta productividad de biomasa con alto contenido de nitrógeno (Foidl et al., 1999).

3.11.2. Ornamentales

En muchos países los árboles de *Moringa* se plantan en jardines y a lo largo de avenidas. También, se pueden utilizar como árboles de sombra, como setos, pantalla visual auditiva e incluso como cortavientos (Foidl et al.,1999).

3.11.3. Cercos vivos

Un uso común de los árboles de *Moringa*, es producir postes vivos para cercar a los alrededores de los jardines (Lowell., 1999). *Moringa* es un buen seto de desarrollo rápido y aunque es un árbol sensible al viento como árbol solitario, en agrupaciones es bastante resistente. Los tallos de la planta son utilizados a modo de postes vivos, soporta los diversos elementos de cercamientos: alambres, vallas, también provee sombra y soportes de enredaderas y otras especies trepadoras (Louppe., 1999).

3.11.4. Fertilizante

Los subproductos derivados del proceso de la semilla, forman una torta muy indicada como fertilizante natural con un alto contenido de nitrógeno (Agrodesierto, 1998).

3.11.5. Clarificador de miel

Las semillas pulverizadas, se pueden utilizar para clarificar la miel sin hervir. El polvo de la semilla se puede utilizar para clarificar el jugo de la caña de azúcar (Lowell., 1999).

3.11.6 Clarificador de agua

Estudios realizados, indican la viabilidad de utilizarlo como floculante natural con función aniónica y cationica para purificar el agua potable y para la sedimentación de partículas minerales orgánicas en aguas residuales y el agua turbia. En muchas partes del mundo el agua de río, que puede ser altamente turbia se utiliza para consumo humano. Esta turbidez es quitada con productos químicos convencionales que importan grandes costos, sin embargo los estudios demuestran que las semillas de *Moringa*, machacadas

reducen la turbidez del agua cruda hasta un 80 %, dejando un agua clara y limpia, muy baja de turbiedad, reduciendo el riesgo de muerte humana por consumir agua contaminada. Para el propósito del tratamiento de las aguas, las vainas de las semillas se permiten secarse naturalmente en el árbol antes cosechar. Después las semillas maduras se muelen y se tamizan usando las técnicas tradicionales, siendo el ingrediente activo un polielectrolito, que atrae bacterias y virus que se quedan adheridos a las semillas machacadas, estas se separan posteriormente colando el agua o atrapándolas en diversas capas de filtración (Folkard et al., 1990).

3.11.7. Agente limpiador doméstico

Las hojas machacadas se utilizan en algunas partes de Nigeria, para fregar los utensilios de cocina o limpiar paredes y maquinarias (Lowell., 1999).

3.11.8. Control de erosión y mejora de suelo

El árbol de *Moringa* es situado en áreas, donde los fuertes vientos y prolongados periodos secos ocurren simultáneamente causando mayor erosión al suelo. Además las hojas verdes son importantes fuentes de mulch y de materia orgánica mejorando las propiedades físicas del suelo (Booth y Wickens., 1988).

3.11.9. Fuente de hormonas, promotora de crecimiento vegetal

Una hormona vegetal es un compuesto orgánico, que se sintetiza en alguna parte de una planta y que se transloca a otra parte, en donde concentraciones muy bajas causan una repuesta fisiológicas (Salisbury y Ross., 1994).

Estas son obtenidas a partir de extracto de hojas y tallos jóvenes. El principio activo es la zeatina, una hormona vegetal del grupo de las citoquininas como lectinas, (Agrodesierto, 1999). Esta hormona se obtiene a través de un proceso de trituración y extracción en etanol; (tantos de hojas y tallos), esta sustancia (zeatina), promueve el crecimiento de las plantas hasta un 25 – 30 %, en las que podríamos citar: soya, maíz, café, sorgo, cebolla, pimiento, chile, melón y plantas frutales etc (Foidl et al., 1999).

3.11.10 Alimento humano

Todas las partes de la planta, poseen una buena fuente de proteína superior al 25 %, vitamina A, B y C, minerales como calcio y hierro. Las hojas son excelente fuente de azufre y aminoácidos (metionina y cistina), (Booth y Wickens,, 1988).

Las hojas verdes son consumidas en ensaladas y su sabor es ligeramente picante como el rábano, las flores y vainas cocidas sirven como potajes y otros platos variados. Las semillas cocidas o tostadas son muy nutritivas y tienen un sabor parecido a los de garbanzos (Agrodesierto., 1999).

3.11.11. Silvicultura

Las semillas pueden ser plantadas, ya sea directamente o en recipientes; no requieren tratamiento alguno y germinan rápidamente en los primeros 6 a 10 días después de ser plantadas y alcanzan hasta 5 metros de altura en un año bajo condiciones de ambiente controlado. (Sherkar et al., 1993).

Las plantas de *Moringa* que han sido propagada por material vegetativo mediante estacas de un metro uniformemente; producen fruto a partir del segundo año de vida en adelante, obteniendo máximas producciones entre los 4 y 5 años de edad. En condiciones favorables un árbol puede producir de 50 a 70 kg de vainas por año (Sherkar et al., 1993).

3.11.12. Medicinal

El árbol de *Moringa* tiene aplicaciones medicinales muy variadas, especialmente en los países nativos. Varias partes de la planta son usada como diuréticos y en el tratamiento de las enfermedades de la vejiga (Agrodesierto, 1999).

Las semillas de *Moringa* atacan efectivamente a las bacterias (*Staphylococcus aureus* y *Seudonomas aeruginosa*), que atacan la piel de los animales y humanos, mediante un antibiótico y fungicida que contiene la planta en sus semillas (terygospermin). Las raíces y la corteza del árbol son usadas en problemas cardiacos y de circulación sanguínea e

inflamaciones. La corteza es un aperitivo digestivo. La goma es un diurético, abortivo, y es usado contra el asma. El aceite es usado contra la histeria, problema de próstata y presión de vasos sanguíneos. El hierro que contienen las hojas¹ es alto y se ha utilizado contra la anemia en las Filipinas (Peter et al., 1987).

3.11.13 Comestibilidad

Todas las partes de la planta (hojas, vainas y semillas), son comestible, excelente en la dieta humana y animal. El contenido de proteína, vitaminas y minerales es excelente. Las hojas y los frutos contienen un porcentaje de proteína de 6.7 y 2.5 % respectivamente por cada 100 gr de porción comestible, en materia seca contiene un 10% de azúcar y la energía metabolizable en las hojas es de 9.5 MJ/kg de MS. (Foidl et al., 1999). Además las hojas verdes contienen una excelente fuente de almidón 29 mg/g de peso seco. El sabor es agradable y las diversas partes se pueden consumir crudas (especialmente hojas y flores), o cocinadas de diversas maneras. La raíz tiene un sabor similar al rábano picante, es usada como condimento y es una comida popular en el Este de Asia (Makkar y Becker., 1997).

Sus hojas son utilizadas en ensaladas y tanto las hojas y las ramas verdes son utilizadas como suplemento alimenticio en el ganado (Makkar y Becker., 1997).

3.11.14 Madera, leña y cordelería

Como combustible es aceptable, especialmente para cocinar. La leña es ligera, con una densidad media de 0.6 y un poder calorífico de 4,600 kcal/kg. De la madera se puede producir una pulpa, indicada para elaborar el papel prensa y el papel de escritura. Además de la corteza del árbol se extrae fibras altas para la elaboración de cuerdas, esteros y felpudos (Lowell., 1999).

3.11.15 Aceite

La semilla de *Moringa* contiene un 35 % de aceite de muy alta calidad, poco viscoso y dulce, claro, inodoro utilizado en perfumería, productos cosméticos lubricación de

mecanismos y fabricación de jabón, la semilla contiene un 73 % de ácidos oleico de calidad similar al aceite de oliva. Este aceite arde sin producir humo, es apto por tanto como combustible para lámparas. (Foidl et al., 1999 y Agrodesierto., 1999).

3.11.16 Tinte y goma

La madera rinde un tinte azul de interés industrial, que se utiliza en Jamaica y Senegal (Lowell., 1999). De la corteza se extrae, una goma con varias aplicaciones, se extraen taninos, empleados en la industria de curtido de pieles, fabricación de medicinas y como condimento dulce (Lowell., 1999; Agrodesierto., 1999).

3.11.17 Apicultura

Las flores son una buena fuente de néctar y polen para la producción de miel de abejas (Agrodesierto., 1999) .

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del área experimental

El presente estudio se realizó durante el periodo de Octubre 2002 a Octubre 2003, en la finca “Santa Rosa”, propiedad de la Universidad Nacional Agraria, ubicada al Norte de la comunidad Sabana Grande, municipio de Managua, Nicaragua, localizada bajo las coordenadas geográfica de 12°08'15'' de latitud Norte y 86°09'36'' de longitud Este y a una elevación de 56 msnm (INETER, 2003).

4.2. Condiciones edafoclimáticas

4.2.1. Clima

Las condiciones climáticas del área experimental corresponden a una zona de vida ecológica de bosque tropical seco, con un rango de precipitaciones histórico de 1132.4 mm anual y una temperatura media anual de 28 °C. El régimen pluviómetro de la región se caracteriza por presentar una distribución bimodal con una época seca entre los meses de noviembre a abril y una época húmeda entre los meses de mayo a octubre (Jarquín et al., 2003).

Durante el experimento la precipitación fué de 1198.8 mm con una temperatura media de 28 °C (INETER, 2004).

4.2.2. Suelo

El suelo donde se estableció el ensayo pertenece a la serie de Sabana Grande, son de topografía plana y de origen volcánico, durante el primer año de evaluación del ensayo, (Jarquín et al., 2003), antes del establecimiento del experimento tomaron muestras de suelo para realizarles un análisis físico - químico obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 12. Análisis químico del suelo

Profundidad (cm)	pH	MO (%)	N (%)	P (ppm) _t	K (meq/100 gr)
0 - 30	7	1.97	0.09	17.33	1.96

Fuente: Laboratorio de suelo y agua, UNA-Managua, (2001).

Tabla 13. Análisis físico del suelo

% de Arcilla	% de limo	% de arena	Clase de textura
17.5	22.5	60	Franco Arenoso

Fuente: Laboratorio de suelo y agua, UNA-Managua, (2001).

Según los resultados del análisis físico - químico de estos suelos, tienen bajo porcentaje de materia orgánica y de nitrógeno (1.97 % y 0.09 % respectivamente), presentan 17.33 ppm de fósforo, 1.96 meq/100 gr de suelo de potasio y un pH de 7.0 clasificado como neutro. Los suelos tienen una textura franco arenosa, con un 17.5 % de arcilla, 22.5 % de limo y 60 % de arena, con un buen drenaje. Son suelos de clase III (Sistema estadounidense) apropiados para la agricultura, las principales limitaciones son la erosión y la baja fertilidad (Laboratorio de Suelo de la Universidad Nacional Agraria., 2001).

4.3. Descripción del área experimental

Para este experimento se utilizó un área de 1440 m² de *Moringa oleifera*, establecida en el 2001 donde (Jarquín y Jarquín., 2003), realizaron la evaluación de la producción de biomasa durante el primer año, ellos establecieron cuatro bloques perpendiculares a la pendiente, dentro de cada bloque se midieron 3 parcelas grandes para las densidades de siembra y 3 subparcelas para las frecuencias de cortes, para un total de 36 subparcelas con una distancia entre parcelas de 1m, distancia entre bloques de 2 m y una ronda de 2 m alrededor para facilitar el manejo del ensayo y las labores agronómicas. Cada parcela pequeña tenía un área experimental de 20 m² al eliminar el efecto borde de la parcela se obtenía un área útil 12 m².

4.4. Corte de uniformidad

En el segundo año de evaluación, a partir del día 3 de octubre del año 2002, se realizó el corte de uniformidad del área experimental a una altura de 30 cm de suelo, fecha que sirvió como referencia para llevar a cabo las siguientes evaluaciones. Las plantas fueron cosechadas cada 45, 60 y 75 días, a una altura de 30 centímetros. Durante la época seca sino ocurría un crecimiento mayor a los 15 cm en dos cortes consecutivos, los cortes no se realizaban y se reportaban como producción igual a cero.

4.5. Limpieza del área experimental

La limpieza del ensayo se realizó cada 2 meses en la época seca y cada mes en la época de lluvia (siguiendo lo dispuesto en el calendario de actividades) de forma manual dentro de las parcelas y en las calles se utilizaron machetes, azadones y rastrillos

4.6. Descripción del diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completos al Azar (B.C.A), con 4 repeticiones, con arreglo de parcelas divididas, donde los factores estudiados fueron: frecuencia de corte (45, 60 y 75 días) y densidad de siembra (750,000; 500,000 y 250,000 plantas por hectárea). A las parcelas principales se les asignó la densidad de plantas y a las subparcelas la frecuencia de corte, generando 9 combinaciones de tratamientos (Steel y Torrie, 1989).

Tabla 14. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Densidad (plantas/ha)	Frecuencia de corte (días)
1	750,000	45
2	750,000	60
3	750,000	75
4	500,000	45
5	500,000	60
6	500,000	75
7	250,000	45
8	250,000	60
9	250,000	75

4.7. Modelo estadístico

El modelo estadístico utilizado en la presente investigación fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + D_j + (BD)_{ij} + F_k + (DF)_{jk} + E_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Observación de i-ésima replicas de la j-ésima densidad de siembra y k-ésima frecuencia de corte.

μ = Valor de la media general.

B_i = Efecto de i-ésimo bloque.

D_j = Efecto de j-ésima densidad de siembra.

$(BD)_{ij}$ = Efecto de la interacción del i-ésimo bloque con la j-ésima densidad de siembra.

F_k = Efecto de k-ésima frecuencia de corte.

$(DF)_{jk}$ = Efecto de la interacción de la j-ésima densidad de siembra con la k-ésima frecuencia de corte.

E_{ijk} = Error experimental.

$$i = 1 \dots r = 4$$

$$j = 1 \dots d = 3$$

$$k = 1 \dots f = 3$$

4.8. Descripción de las variables en estudio

4.8.1. Rendimiento de materia fresca total (RMFT)

La materia fresca total fué cosechada en cada parcela útil a una altura de 30 cm para cada repetición y tratada y registrada adecuadamente. Para determinar el rendimiento de materia fresca total (kg/ha) se utilizó la siguiente ecuación:

$$RMFT = \frac{RMFT \text{ (kg)} \times 10,000 \text{ m}^2}{12 \text{ m}^2}$$

4.8.2. Rendimiento de materia fresca fracción fina (RMFFF)

La porción fracción fina corresponde a la parte de la planta compuesta principalmente por hojas, pecíolos y tallos finos con diámetros menores a 5 mm, constituyen la parte de mayor interés forrajero (fracción fina), la cual era separada manualmente, pesada y registrada para calcular el RMFFF por hectárea utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{RMFFF} = \frac{\text{MFFF (kg)} \times 10000 \text{ m}^2}{12 \text{ m}^2}$$

4.8.3. Rendimiento de materia fresca fracción gruesa (RMFFG)

La porción fracción gruesa corresponde a la parte de la planta con tallos de diámetros mayores a 5 mm, la cual se separaba manualmente, se pesaba y registraba, para estimar RMFFG por hectárea mediante la siguiente fórmula:

$$\text{RMFFG} = \frac{\text{MFFG (kg)} \times 10000 \text{ m}^2}{12 \text{ m}^2}$$

4.8.4. Contenido de materia seca (CMS)

Después de que se cosechaba, pesaba y registraba la materia fresca por cada subparcela una muestra del material se tomaba para determinar el contenido de materia seca. La muestra era llevada al Laboratorio de Bromatología de la UNA donde era secada en un horno de circulación forzada de aire a 60°C durante 48 horas, posteriormente el material se pesaba, se molía y almacenaba en un frasco de vidrio debidamente identificada. Luego, del material molido se tomaba una muestra de 5 g y se colocaba en un horno a 105°C durante 4 horas para calcularle humedad residual y estimar materia seca mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{Peso inicial de la muestra (g)} - \text{Peso final de la muestra (g)}}{\text{Peso inicial de la muestra (g)}} \times 100$$

$$\text{Contenido de materia seca (\%)} = 100 - \% \text{ de humedad}$$

4.8.5. Rendimiento de materia seca total (RMST)

El rendimiento de materia seca total se determinó a partir del rendimiento de materia fresca total y el porcentaje de materia seca mediante la siguiente ecuación:

$$RMST = \frac{RMFT \text{ (kg)} \times \% \text{ de MS}}{100}$$

4.8.6. Rendimiento de materia seca fracción fina (RMSFF)

Se obtuvo a partir, del rendimiento de materia fresca fracción fina y el contenido de materia seca, a través de la siguiente ecuación:

$$RMSFF = \frac{RMFFF \times (\% MS)}{100}$$

4.8.7. Altura promedio de la planta (APP)

Para estimar la altura promedio de las plantas se tomaron 5 plantas diferentes al azar de cada subparcela y se medían con una cinta métrica desde la base de la planta hasta la punta de la última hoja, luego se calculaba el promedio.

4.8.8. Tasa de crecimiento (TC)

Esta constituye la producción diaria de biomasa (kgMS/ha/día) obtenida durante cada frecuencia de corte y se estimó mediante la siguiente ecuación:

$$TC = \frac{RMST \text{ (kg/ha/corte)}}{\text{Frecuencia de corte (días)}}$$

4.8.9. Porcentaje de Ceniza (%)

La determinación se realizó tomando una muestra de 1g (muestra que estuvo en el horno por 48 horas a 60 °C) que se colocaba en un crisol de porcelana se incineraba en un mechero durante 5 minutos aproximadamente y luego se introducía en una mufla a temperatura de 550 °C durante 2 a 4 horas, después de este lapso de tiempo se sacaban y colocaban en los enfriadores por 10 minutos y se tomaba el peso. Con los datos obtenidos se procedía a realizar el cálculo del % de ceniza a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{\text{Peso inicial de la muestra (g)} - \text{Peso final de la muestra (g)}}{\text{Peso inicial de la muestra (g)}} \times 100$$

4.9. Análisis estadístico.

Todos los análisis fueron realizados con el paquete estadístico MINITAB, Versión 13.20 para computadoras personales PC (2001).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Rendimiento de materia fresca total (RMFT)

La Tabla 15 muestra el análisis de varianza, para el rendimiento de materia fresca total (RMFT), en el cual puede observarse que existe diferencias significativas ($P < 0.05$) para las frecuencias de corte, por otro lado no existe diferencias significativas ($P > 0.05$) para los efectos de bloque, densidad, y las interacciones bloque por densidad y densidad por frecuencia.

Tabla 15. Análisis de varianza del rendimiento de materia fresca total ton/ha/año)

F de V	GL	SC	CM	F	P
Bloque	3	4836	1612	1.23	0.301 ns
Densidad	2	2255	1362	1.04	0.357 ns
Bloque x densidad	6	11381	1897	1.44	0.200 ns
Frecuencia	2	14391	7196	5.47	0.005 *
Densidad x frecuencia	4	3099	775	0.59	0.671 ns
Error	210	276082	1315		
Total	227	312044			

ns: no significativo.

* : significativo.

Al realizar la comparación de medias por la prueba de tukey para el rendimiento de materia fresca total (Tabla 16) con respecto a las diferentes frecuencias de corte se encontró que el mayor rendimiento se obtuvo con la frecuencia de corte de 75 días con 41.18 ton/ha/año, la que difiere estadísticamente ($P < 0.05$), de la frecuencia de corte a los 45 días que obtuvo los menores rendimientos con 26.62 ton/ha/año, pero no difiere significativamente ($P > 0.05$) del rendimiento obtenido en la frecuencia de corte a los 60 días con 37.88 ton/ha/año, así como, esta última no difiere del rendimiento obtenido en la frecuencia de corte a los 45 días.

Tabla 16. Comparaciones de medias obtenidas en la variable rendimiento de materia fresca total (ton/ha/año)

Frecuencia de corte (días)	Medias (ton/ha/año)	Prueba de tukey (5 %)
45	26.62	b
60	37.88	ab
75	41.18	a

* los valores con literales distintas entre si muestran un efecto significativo ($P < 0.05$).

Los resultados encontrados en este estudio de 26.62, 37.88 y 41.18 ton/ha/año para las frecuencias de corte cada 45, 60 y 75 días respectivamente, son inferiores a los reportados por Foild et al., (1999) que obtuvo 52.6 ton/ha/año con similares densidades de siembra y frecuencias de corte. Nuestros resultados son también inferiores a los reportados por (Jarquín et al., 2003), para las frecuencias de corte 45 días (53.55 ton/ha/año), 60 días (61.9 ton/ha/año) y 75 días (81.03 ton/ha/año) con iguales densidades de siembra. Estas diferencias probablemente son debidas a diferencias de suelo, manejo de los ensayos, edad de las plantaciones, disminución del número de plantas debido a las altas densidades, variación en las precipitaciones, entre otros.

Según Alvarado., (1999), el rendimiento, es el resultado de un sin número de factores biológicos, ambientales y de manejo que se le da al cultivo, los cuales al relacionarse positivamente entre sí, dan como resultado una mayor producción por hectárea.

Jarquín et al., (2003), señalan la tendencia encontrada en aumentar el rendimiento cuando se utilizan frecuencias de corte prolongadas, esto se explica por la posibilidad que la planta tiende a acumular reservas durante un mayor periodo de tiempo y consecuentemente tener un rebrote más vigoroso, dando como resultado una mayor producción.

5.2. Rendimiento de materia fresca fracción fina (RMFFF)

En la Tabla 17, se muestra el análisis de varianza para el rendimiento de materia fresca fracción fina, encontrándose que no existe diferencia significativa ($P > 0.05$) en ninguno de los factores en estudio.

Tabla 17. Análisis de varianza para el RMFFF (ton/ha/año).

F de V	GL	SC	CM	F	P
Bloque	3	1394.5	464.8	1.11	0.345 ns
Densidad	2	408.5	247.8	0.59	0.554 ns
Bloque x densidad	6	2828.3	471.4	1.13	0.347 ns
Frecuencia	2	1937.6	968.8	2.32	0.101 ns
Densidad x frecuencia	4	1917.4	479.4	1.15	0.335 ns
Error	210	87761.0	417.9		
Total	227	96247.3			

ns: no significativo

5.3. Rendimiento de materia fresca fracción gruesa (RMFFG)

En la Tabla 18, se muestra el análisis de varianza para el Rendimiento de materia fresca fracción gruesa (MFFG) en el cual, puede observarse que no existen diferencias significativas ($P>0.05$) para bloque, densidad y las interacciones bloque por densidad, densidad por frecuencia, encontrándose diferencias altamente significativas ($P<0,01$) para frecuencias de corte.

Tabla 18. Análisis de varianza para el rendimiento de materia fresca fracción gruesa (ton/ha/año)

F de V	GL	SC	CM	F	P
Bloque	3	1577.0	525.7	1.65	0.179 ns
Densidad	2	854.5	517.1	1.62	0.200 ns
Bloque x densidad	6	3092.2	515.4	1.62	0.144 ns
Frecuencia	2	8945.5	4472.8	14.03	0.000 *
Densidad x frecuencia	4	562.2	140.6	0.44	0.779 ns
Error	210	66959.3	318.9		
Total	277	81990.7			

Ns: no significativo

*: significativo

Al realizar la comparación de medias, mediante la prueba de tukey (Tabla 19), se encontró que el mayor rendimiento fué para la frecuencia de corte a los 75 días con 20.11 ton/ha/año, la que difiere estadísticamente ($P<0.05$) de la frecuencia de corte de 60 días con 12.17 ton/ha/año y de la frecuencia de corte de 45 días con 7.45 ton/ha/año, las que a su vez no difieren entre sí ($P>0.05$).

Tabla 19. Comparaciones de medias para el rendimiento de materia fresca fracción gruesa sometida a diferentes frecuencias de corte en ton/ha/año.

Frecuencias de corte (días)	Medias (ton/ha/año)	Prueba de tukey (5 %)
45	7.45	b*
60	12.17	b
75	20.11	a

* Letras que difieren verticalmente difieren estadísticamente ($P<0.05$)

Los resultados encontrados en este estudio son inferiores a los reportados por Jarquín et al., 2003 quienes en el primer año de evaluación de este experimento encontraron rendimientos de 43.68, 20.82 y 14.58 ton/ha/año, para las frecuencias de corte cada 75, 60 y 45 días, respectivamente.

Estos resultados nos indican que a medida que aumenta el intervalo entre cortes disminuye la proporción de hojas e incrementa la proporción de tallos, los cuales producto de la madurez de la planta tienden a lignificarse. Esto coincide con lo planteado por Pezo., (1982), que indica que a medida que la planta madura, la concentración de las fracciones solubles propias del contenido celular tiende a declinar, mientras que los constituyentes de la pared celular (celulosa, hemicelulosa y lignina) se elevan.

Jarquín et al., (2003) reportan que según la fisiología de la planta, al avanzar la edad de la planta está acumula una mayor cantidad de sustancias estructurales fibrosas (como celulosa, hemicelulosa y lignina) lo que conlleva al engrosamiento de los tallos y a la disminución de su valor nutricional

5.4. Porcentaje de materia seca (% MS)

Las diferentes densidades de siembra, frecuencias de corte, bloques y las interacciones bloque por densidad y densidad de siembra por frecuencias de cortes, no presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$), sobre el porcentaje de materia seca de *Moringa oleifera* (Tabla 20).

Tabla 20. Análisis de varianza para la variable porcentaje de materia seca de *Moringa oleifera*.

F de V	GL	SC	CM	F	P
Bloque	3	132.71	44.24	0.84	0.476 ns
Densidad	2	100.46	50.23	0.95	0.389 ns
Bloque x densidad	6	160.61	26.77	0.51	0.804 ns
Frecuencia	2	201.06	100.53	1.90	0.152 ns
Densidad x frecuencia	4	100.97	25.24	0.48	0.753 ns
Error	209	11067.94	52.96		
Total	226	11750.66			

ns: no significativo

*: significativo

5.5. Rendimiento de materia seca total (RMST)

El análisis de varianza para el rendimiento de materia seca total (Tabla 21), muestra efecto significativo ($P < 0.05$), para la fuente evaluada: frecuencia de corte. Por otra parte, no se encontraron efectos significativos ($P > 0.05$), para bloque, densidad, y las interacciones bloque por densidad y densidad por frecuencia.

Tabla 21. Análisis de varianza para el rendimiento de materia seca total en (ton/ha/año).

F de V	GL	SC	CM	F	P
Bloque	3	80.14	26.71	0.73	0.535 ns
Densidad	2	104.83	52.41	1.43	0.241 ns
Bloque x densidad	6	357.90	59.65	1.63	0.140 ns
Frecuencia	2	551.43	275.72	7.54	0.001 *
Densidad x frecuencia	4	122.28	30.57	0.84	0.504 ns
Error	210	7679.47	36.57		
Total	227	8876.19			

ns: no significativo

*: significativo

La comparación de medias, por la prueba de tukey, para el efecto de las frecuencias de cortes sobre el rendimiento de materia seca total (Tabla 22), muestra que el menor rendimiento se obtuvo con la frecuencia de corte cada 45 días (4.15 ton/ha/año) la que difiere estadísticamente ($P < 0.05$) de las frecuencias de corte cada 60 y 75 días que tienen producciones de 6.56 y 7.34 ton/ha/año respectivamente, las que a su vez no difieren significativamente ($P > 0.05$) entre sí.

Tabla 22. Comparaciones de medias para el rendimiento de materia seca total de *Moringa oleifera*.

Frecuencias de corte (días)	Medias (ton/ha/año)	Prueba de tukey (5%)
45	4.41	*b
60	6.56	a
75	7.34	a

*Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí ($P < 0.05$)

Los resultados obtenidos en nuestro experimento, con relación al rendimiento de materia seca total, respecto al efecto de las frecuencias de corte, tiene el mismo comportamiento que el reportado por Clavero et al., (1999), quien al evaluar el efecto de las frecuencias de corte sobre esta misma variable en *Gliricidia sepium*, encontró que el rendimiento aumenta al aumentar las frecuencias de corte.

Los resultados obtenidos con frecuencias de cortes cada 45 y 60 días, son similares a los reportados por Foidl et al., (1999) que obtuvieron producciones de 4.16 y 5.07 ton/ha/año a una frecuencia de 45 días con densidades de siembra de 350,000 y 900,000 plantas/ha respectivamente, siendo menores a los rendimientos que obtuvimos en la frecuencia de corte cada 75 días (7.34 ton/ha/año).

Jarquín et al., (2003), reportan rendimientos de 8.18, 9.85 y 14.44 ton/ha/año, para las frecuencias de corte cada 45, 60 y 75 días respectivamente, los cuales son superiores a los que obtuvimos en el presente estudio, aunque coincidimos en el comportamiento de la variable en el sentido que el rendimiento aumenta a medida que se incrementa la edad de corte (75 días), lo cual es congruente con lo planteado por Duthil (1980) que de acuerdo a la fisiología de la planta, cuando estas se cosechan a periodos cortos de tiempo, el rendimiento suele ser menor que cuando se deja desarrollar hasta completar su fase reproductiva.

Al respecto, Humphreys (1967), indica que, los cortes muy frecuentes pueden inhibir prácticamente la asimilación de nutrientes y reducir apreciablemente las reservas de carbohidratos, lo cual puede influir notablemente en el desarrollo del área foliar y afectar, por lo tanto, la tasa fotosintética.

Por otro lado, Teague (1989), menciona que defoliaciones frecuentes, conducen a la planta a un descenso en los niveles de carbohidratos de reserva, que son requeridos para respiración y crecimiento. Arbustos con mayores periodos de recuperación, presentan mejores niveles de carbohidratos de reserva, que plantas con periodos muy cortos entre cortes. Esos mayores niveles de carbohidratos pueden ser los responsables de mayores y más vigorosos rebrotes que ocasionan incrementos en el potencial para el crecimiento.

5.6. Rendimiento de materia seca fracción fina (RMSFF)

La Tabla 23, presenta los resultados obtenidos del análisis de varianza del rendimiento de materia seca fracción fina, los cuales muestran que se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) para el efecto de frecuencias de corte. En cambio no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$) para los efectos de bloque, densidad, y las interacciones bloque por densidad y densidad por frecuencia.

La Tabla 24, muestra la comparación de medias, por la prueba de tukey, para el RMSFF, con relación a las frecuencias de corte; observándose que la mayor producción se obtuvo con la frecuencia de corte cada 60 días (4.51 ton/ha/año), la que no difiere estadísticamente ($P > 0.05$) del rendimiento obtenido con la frecuencia de corte cada 75

días (3.76 ton/ha/año), pero ambas difieren significativamente de la frecuencia de corte cada 45 días que obtuvo el menor rendimiento con 3.21 ton/ha/año.

Tabla 23. Análisis de varianza para el RMSFF (ton/ha/año)

F de V	GL	SC	CM	F	P
Bloque	3	25.12	8.37	0.70	0.552 ns
Densidad	2	19.07	9.54	0.80	0.451 ns
Bloque x densidad	6	82.65	13.77	1.15	0.332 ns
Frecuencia	2	75.43	37.72	3.16	0.044 *
Densidad x frecuencia	4	58.11	14.53	1.22	0.305 ns
Error	210	2506.50	11.94		
Total	227	2763.24			

ns: no significativo

*: significativo

La proporción entre la fracción fina y fracción gruesa de la materia seca, es un indicativo de la cantidad de forraje de alto valor nutritivo, que se puede obtener a partir de una planta (Pathak, et al., 1980).

Tabla 24. Comparaciones de medias del rendimiento de materia seca fracción fina con respecto a las diferentes frecuencias de corte en (ton/ha/año)

Frecuencias de corte (días)	Medias (ton/ha/año)	Prueba de tukey (5%)
45	3.21	*b
60	4.51	a
75	3.76	a

* Letras que difieren verticalmente difieren estadísticamente (P<0.05)

El comportamiento de esta variable coincide con lo reportado por Machado (1985), que al estudiar el efecto de las frecuencias de corte sobre los componentes del rendimiento de varios cultivares forrajeros, los mayores porcentajes de hoja (que corresponde a la fracción fina) se obtuvieron con las menores frecuencias de corte. Por otro lado, Martínez y Echaverry (2000), estudiando la frecuencia de corte en el pasto king-grass (*Pennisetum purpureum* * *Pennisetum typhoides*) en Esquipulas, Matagalpa, encontraron una tendencia similar, en donde el mayor porcentaje de hojas lo obtuvieron siempre, con la menor edad de corte y el mayor porcentaje de tallos se registro en la frecuencia de corte de mayor edad.

5.7. Altura promedio de la planta (APP)

El análisis de varianza realizado para la altura promedio de la planta (Tabla 25) muestra con un ($P < 0.05$) y un 95 % de confianza que se obtuvo diferencias significativas para el efecto frecuencias de corte, por el contrario no se encontró diferencias estadísticas ($P > 0.05$), para los efectos de bloque, densidad, y las interacciones bloque por densidad y densidad por frecuencia.

Tabla 25. Análisis de varianza para la altura promedio de la planta.

F de V	GI	SC	CM	F	P
Bloque	3	2462	821	0.27	0.846 ns
Densidad	2	3581	1790	0.59	0.555 ns
Bloque x densidad	6	8283	1380	0.46	0.841 ns
Frecuencia	2	111144	55572	18.34	0.000 *
Densidad x frecuencia	4	3673	918	0.30	0.876 ns
Error	210	636451	3031		
Total	227	765101			

*: significativo

ns: no significativo

La altura de la planta, es un componente del rendimiento que permite conocer cuando puede ser cosechada la planta al correlacionarlo con otros factores (Mishra et al., 1991).

La Tabla 26, muestra las comparaciones de medias por la prueba de tukey para el efecto que ejercen las frecuencias de corte sobre la altura de las plantas donde se observa que con la frecuencia de corte cada 45 días se obtuvo la menor altura promedio con 66.08 cm, difiriendo estadísticamente ($P < 0.05$) de las frecuencias de corte cada 60 y 75 días con una altura de 93.8 y 109.02 cm, respectivamente, las que a su vez no difieren significativamente ($P > 0.05$) entre sí.

Tabla 26. Comparaciones de medias de la altura promedio de planta (cms) con respecto a las diferentes frecuencias de corte.

Frecuencias de corte (días)	Medias (cms)	Prueba de tukey (5 %)
45	66.08	*b
60	93.86	a
75	109.02	a

Letras que difieren verticalmente difieren estadísticamente ($P < 0.05$)

Estos resultados son inferiores a los reportados por Jarquín et al., (2003) que estudiando las mismas frecuencias de corte encontraron alturas de plantas de 89.15, 103.62 y 149.78 cm para las frecuencias cada 45, 60 y 75 días respectivamente. Aunque mostrando la misma tendencia, a mayor edad de la planta mayor altura. Jarquín et al., (2003), encontraron que la mayor altura, se obtuvo en la frecuencia de corte cada 75 días (149.78 cm), y la menor altura se obtuvo con la frecuencia de corte cada 45 días (89.15 cm).

Estos resultados concuerdan con el comportamiento fisiológico de la planta, en el sentido de que, a mayor período de recuperación (Ej. Frecuencia de corte cada 75 días) la planta alcanza una mayor altura (Jarquín et al., 2003) coincidiendo con Weinman, citado por Voisin., (1967) que considera que los tiempos de reposo excesivamente cortos en las plantas forrajeras, disminuyen la potencialidad de estas plantas para producir rebrotes y alcanzar una mayor altura, pero esto posiblemente depende de la adaptación de la especie al medio ambiente y de la humedad disponible en el suelo.

Por otro lado Derumo y Adeosum., (1985), concluyeron que la mayor altura, implica mayor área foliar residual después de cada cosecha, lo cual permite que la planta, se recupere y tenga mayor capacidad de fotosíntesis.

5.8. Tasa de crecimiento (TC)

El análisis de varianza para la Tasa de Crecimiento (Tabla 27), a un ($P < 0.05$), muestra que existe efecto estadístico de la fuente frecuencias de corte, sobre la variable en estudio y no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$), para las demás fuentes: bloque, densidad y las interacciones bloque por densidad y densidad por frecuencia.

Tabla 27. Análisis de varianza para la variable tasa de crecimiento (kg Ms/ha/día)

F de V	GL	SC	CM	F	P
Bloque	3	498.2	166.1	0.60	0.618 ns
Densidad	2	858.7	429.3	1.54	0.216 ns
Bloque x densidad	6	2757.2	459.5	1.65	0.135 ns
Frecuencia	2	3650.0	1825.0	6.55	0.002 *
Densidad x frecuencia	4	990.1	247.5	0.89	0.472 ns
Error	209	58213.5	278.5		
Total	226	66795.9			

ns: no significativo

*: significativo

La comparación de medias realizada por la prueba de tukey (Tabla 28), para el efecto de las frecuencias de corte sobre la variable tasa de crecimiento (TC), demuestra que la menor tasa de crecimiento se obtuvo con la frecuencia de corte cada 45 días con 12.39 kg MS/ha/día la que difiere significativamente de las tasas de crecimiento obtenidas con las frecuencias de corte cada 60 y 75 días que fueron de 18.54 y 19.61 respectivamente, las que a su vez no difieren estadísticamente ($P>0.05$) entre sí.

Tabla 28. Comparaciones de medias para la variable tasa de crecimiento bajo diferentes frecuencias de corte.

Frecuencias de corte (días)	Medias (kg Ms/ha/día)	Prueba de tukey (5 %)
45	12.39	*b
60	18.54	a
75	19.61	a

*Letras que difieren verticalmente difieren estadísticamente ($P<0.05$)

La tendencia de los datos observada en nuestro estudio es que a medida que aumenta el intervalo entre cortes también aumenta la tasa de crecimiento. Según Wilson., (1984) y Pezo., (1982), al incrementarse la tasa de crecimiento, también se incrementa su tasa de maduración, la cual resulta en incrementos importantes en la lignificación de las paredes celulares.

Nuestros resultados son inferiores a los reportados por Foidl et al., (1999) que obtuvieron tasas de crecimiento de 23.11 y 28.15 kg MS/ha/día para densidades de 350,000 y 900,000 plantas/ha respectivamente, con una frecuencia de corte de 45 días. Son también inferiores a los encontrados por Jarquín et al., (2003) con tasas de crecimiento entre 22.73 y 34.70 kg MS/ha/día, para las frecuencias de corte cada 45 y 75 días respectivamente.

Esto puede explicarse a que a mayores intervalos de corte, la planta tiene mayor capacidad de reservas en sus órganos (raíces, tallos y hojas), lo que conduce aun mayor crecimiento y desarrollo de área foliar, y una mayor eficiencia fotosintética y por ende una mayor producción de biomasa.

5.9. Porcentaje de cenizas

En la Tabla 29, podemos observar los resultados obtenidos del análisis de varianza del porcentaje de cenizas, los cuales muestran que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) para los efectos de bloque (lo cual indica que el bloqueo contribuyó a incrementar la precisión del experimento) y frecuencia, no se encontró diferencias significativas ($P > 0.05$) para densidad y para las interacciones bloque por densidad y densidad por frecuencia.

Tabla 29. Análisis de varianza para la variable porcentaje de cenizas.

F de V	GL	SC	CM	F	P
Bloque	3	21.742	7.247	2.68	0.048*
Densidad	2	1.956	0.405	0.15	0.861ns
Bloque x densidad	6	13.308	2.218	0.82	0.555ns
Frecuencia	2	12.224	8.788	3.25	0.041*
Densidad x frecuencia	4	8.222	2.030	0.75	0.558ns
Error	210	554.030	2.703		
Total	227	684.997			

ns: no significativo

*: significativo

La separación de medias, mediante la prueba de tukey (Tabla 30) para el efecto de las frecuencias de corte sobre el porcentaje de cenizas, nos muestra que el mayor porcentaje de cenizas se obtuvo en la frecuencia de corte cada 75 días con 9.84 %, el que difiere significativamente ($P < 0.05$) de las frecuencias de corte cada 45 y 60 días que tienen 9.41 y 9.10% respectivamente, los que a su vez no difieren estadísticamente ($P > 0.05$) entre sí.

Tabla 30. Comparaciones de medias para la variable contenido de cenizas bajo diferentes frecuencias de corte de *Moringa oleifera*.

Frecuencias de corte (días)	Medias (%)	Prueba de tukey (5 %)
45	9.41	b
60	9.10	b
75	9.84	a

*Letras que difieren verticalmente difieren estadísticamente ($P < 0.05$)

Malik et al., (1967), Makkar y Becker., (1997), reportan valores de 9.10 % y 8.87 % de cenizas, respectivamente, por su parte Jarquín et al., (2003) reportan valores entre 8.70 y 9.15 % que son similares a los encontrados en este trabajo. Sin embargo, los datos de

ceniza presentados por Becker., (1995) y Gupta et al., (1989) de 13.4 %, 11.5 % y 12.0 % respectivamente, son superiores a los obtenidos en nuestra investigación, estas diferencias probablemente se deben a variaciones en la edad de las plantas, contenido mineral del suelo y parte de la planta muestreada.

Al respecto Martínez, (1995), afirma que los nutrientes que se hallan a disposición de la planta, influyen claramente en el contenido y composición de las cenizas, así las plantas de suelos escasos de nutrientes, sobre todo si son ácidos y lavados, son pobres en cenizas (1 a 3 %), por el contrario los suelos salinos son ricos en minerales (10 a 25%). Por otro lado, a medida que el vegetal crece se acumulan en sus hojas Mg, Ca, S, y otros elementos pocos móviles, como el Fe, Mn y B, mientras que los elementos mas móviles, como el N₂ , P y K, se distribuyen a las hojas jóvenes y van disminuyendo su concentración a medida que las plantas crecen o maduran.

VI. CONCLUSIONES

Esta investigación permitió cumplir con los objetivos propuestos de evaluar la producción de biomasa *Moringa oleifera*, sometida a diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte, llegando a las siguientes conclusiones:

1. Las Densidades de siembra (250,000, 500,000 y 750,000 plantas/ha) no mostraron efecto estadísticos significativos sobre las variables en estudio.
2. La frecuencia de corte 3 (75 días) presentó los mejores rendimientos de materia fresca total (41.18 ton/ha/año), rendimiento de materia fresca fracción gruesa (20.11 ton/ha/año), rendimiento de materia seca total (7.34 ton/ha/año), altura de la planta (109.02 cm), tasa de crecimiento (19.61 kg MS/ha/día) y porcentaje de cenizas (9.84 %).
3. La frecuencia de corte 2 (cada 60 días) presento los mayores rendimientos de materia seca fracción fina con 4.51 ton MS/ha/año
4. Las frecuencias de cortes (cada 45, 60 y 75 días) no tienen ninguna influencia sobre el rendimiento de materia fresca fracción fina y porcentaje de materia seca.

VII. RECOMENDACIONES

1. Los resultados obtenidos en esta investigación, evidencian que *Moringa oleifera* constituye una alternativa viable para los productores como suplemento proteico, mineral y vitamínico del ganado, debido a su alto potencial productivo.
2. En nuestra investigación no encontramos efecto de las densidades de siembra sobre la producción de biomasa de *Moringa oleifera*, no obstante de acuerdo a lo observado en el campo recomendamos a los productores utilizar la densidad de siembra de 500,000 plantas por hectárea ya que esto facilita las actividades de manejo (control de maleza, corte) del banco forrajero.
3. De acuerdo con nuestros resultados recomendamos utilizar una frecuencia de corte cada 75 días ya que con esta frecuencia se obtienen los mejores rendimientos en producción de biomasa.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrodesierto. 1998. Programas agroforestales (*Moringa oleifera*). Dirección electrónica (en línea) <http://www.agrodesierto.com>.
- Agrodesierto. 1999. Programas agroforestales (*Moringa oleifera*). Dirección electrónica (en línea) <http://www.agrodesierto.com>.
- Ayyar., 1940 y Wamy., 1954. Handbook of Economy Entomology for South India. Superintendent, Gov. Press, Calcutta. P. 266p.
- Alvarado, D. N. 1999. Transformación de tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum L*), hacia una producción sostenible. Trabajo presentado en la jornada científica de desarrollo universitario (JUDC) de la Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 40p.
- Becker K., 1995. Studies on Utilization of *Moringa oleifera* Leaves as Animal Feed. Institute for Animal Production on the Tropics and Subtropics (480), University of Hohenheim, Stuttgart, Germany. 15p
- Booth, F. E. M; Wickens, G. E. 1988. Non- timber uses of selected arid zone trees and Shrubs in Africa. FAO. Conversation guide. No 19. Rome.
- Bianchi MLP ;Silva HC Campos MAD, 1983. Effect of Several Treatments on the Oligosaccharide Content of a Brazilian Soybean Variety. Journal Agriculture Food Chemistry 31: 1364 – 1366.
- 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 de tecnología en pastos y forrajes. Rev. Fac. Agron. (Luz). 1999, 16 Supl. 1: 226- 230p.

- Crowder L. 1977. Potential of tropical zone cultivated forage for ruminant production. In winrok report potential of the world forage for ruminant production. pp 49-78.
- Duthil, J. 1980. Producción de forraje. 3ed. Editorial Mundi- Prensa. España. 19p.
- Devadatta, S. C; Appanna, T. C. 1957. Availability of Ca in some of the Vegetables. Proc. In. Acad. Sci, Sect. B. 39 (6), 236- 242p.
- Dhalla Rosa, K. R. 1993. *Moringa oleifera*: A perfect tree for home gardens. Agro forestry Information Service. Hawaii, USA.
- Derumo. J. O; Adeosun. 1985. Effect the duranging frequency and height on dry mater yield in nutritive value of *Leucaena leucocephala* one and in mixture with *Panicum maximun*. Journal of Animal production. 209- 221pp.
- ECHO (Environmental Council Human Organization). 1995. Alley cropping to sustain yields. ECHO Development Notes, Issue 49 pp 1-2.
- F/ FACT., 1996 (Publicación de la Red de Información sobre Árboles para Bosques, Fincas, y Comunidades).. *Moringa oleifera* como árbol perfecto para huertos caseros. Departamento de Recursos Naturales, División Forestal y vida silvestre, Hawai- USA.
- Foidl, et al., 1998. Utilización del marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para ganado. Conferencia Electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la Producción Animal en América Latina.
- Folkard, G. K; Sutherland, J. P; Grant, W. D. 1990. Coagulantes naturales para el tratamiento de aguas: Un acercamiento de la Novela, líneas de flotación, Abril, 8 (4), 30- 32p

- Foild, et al., 1999. Utilización del marango (*Moringa olifera*) como forraje fresco para 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 .pp. 1-19
- Gupta, K; Barat, G. K; Wagle, D. S; Chawla, H. K. L. 1989. Nutrient Contents and Antinutritional factors in Conventional and No Conventional Leafy Vegetables. Food Chemistry 31: pp 105- 116.
- Gopalan, C. 1994. Nutritive values of Indian Foods, Institute National de Nutrition, India.
- Girija, V; Sharada, D; Pushpamma, P. 1983 Bioavailability of thiamine, riboflavin and niacin from commonly consumed green leafy vegetables in the rural areas of Andhra Pradesh in India. Int. J. Vit. Nutr. Res. 52 (1), 9- 13p.
- Humphreys, LR.1967. Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*,L) IN Australian Tropical Grasslands 1: 123 - 135.
- Heaney, HG; Fenwick, Is. (1980) citado por Makkar; Becker, K. 1997. Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree. Journal of Agricultural Science, Cambridge 128; 310 – 333.
- Hong, T. D, Linington, S; Ellis, R. H. 1996. Seed storage behaviors: A compendium. Handbooks for Gene banks: No. 4. IPGRI.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2003. Estación Meteorológica del Aeropuerto internacional de Managua.

- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2004. Estación Meteorológica del Aeropuerto internacional de Managua, Nicaragua.
- Iturbide. 1992. Producción, manejo y utilización de pastos, Tomo 1. Universidad Rafael Saldívar 1era Edición. Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales, Guatemala. 163p.
- Jarquín, J.; Jarquín, M.; Reyes, N. 2003. Producción de Biomasa de *Moringa oleifera* bajo diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte en el trópico seco de Nicaragua. Tesis Ingeniería Zootecnista. Facultad de Ciencia Animal. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. 59p.
- LABSA (Laboratorio de Suelo y Agua de la Universidad Nacional Agraria) 2001. Análisis químico y físico de las condiciones del suelo de la finca " Santa Rosa", Sabana Grande, Managua, Nicaragua.
- Lowell, J. Fuglie. 1999. The Miracle Tree *Moringa oleifera*; Natural Nutrition for the Tropic; Regional representative church world Dakar, Senegal. pp 2-9-10p.
- Lowell, J; Fuglie, Sreeja. 1997. Cultivación de *Moringa oleifera*. Rev. Edith. Tecnos, S. A.
- Loupe, D; Yossi, H. 1999. Les haies vives defensives en zones seches et subhumides d' Afique de l Ouest. Atelier Jacheres, Dakar.
- Liener., (1994) citado por Makkar H.P.S. and Becker K. 1996 Nutritional Value and Antinutritional Components of Whole and Ethanol Extracted *Moringa oleifera* leave. Animal Feed Science Technology 63; 210 - 230
- Martínez, G. 1995. Fisiología Vegetal. Relaciones Hídricas. Nutrición Mineral. Transporte Metabolismo..Departamento de Biología Vegetal y Ecología Ediciones. Mundi Prensa. Madrid. España. 220-228 pp.

- Martínez, W. F; Echaverry, J. A. 2000. Influencia de tres frecuencias de corte (30, 45 y 60 días), sobre el rendimiento y parámetros de calidad de la biomasa del pasto king-grass (*Pennisetum purpureum* * *Pennisetum typhoides*), en Esquipulas, Matagalpa. Tesis Lic. Zootecnista. Universidad Centroamericana (UCA). Managua, Nicaragua. 24p.
- Mahajan, S; Sharma, Y. K. 1984. Production of ray on grade pulp from *Moringa oleifera*. *Indian Forester*. 110 (3): 303- 306p.
- 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 parts of the *Moringa oleifera* tree. *Journal of agricultural Science Cambridge*. 128: 311- 332p.
- Malik, M. Y; Abhtar, A. S; Shah, W. H. 1967. Chemical composition of indigenous fodder leaves (M. Pterygosperma). Bangladesh y Pakistan, *J. Sci*. 19 (4), 171- 174p.
- Malik, M. Y; Abhtar, A. S; Shah, W. H. 1987. Chemical composition of indigenous fodder leaves (M. Pterygosperma). Bangladesh y Pakistan, *J. Sci*. 19 (4), 171- 174p.
- Machado, T. 1985. Comparación de cultivares forrajeros: II Efecto de la frecuencia de corte y la variedad sobre la composición química. *Pastos y Forrajes*. 8: 191p.
- Oquendo G, et al., 1986. Comportamiento de siete gramíneas en suelos pardos de Guaimaro. *Pastos y forrajes*. 230p.
- Mishra, US; Katiyar, DS; Kumar, A. 1991. Characte association and path analysis in buffel grass. *Annals of arid zone* 30(3): 241 – 245.
- Oliveira, JTA. 1999. Compositional and nutritional attributes of seeds from the multiple purpose tree *Moringa oleifera* L, *Journal of the science of food and agriculture*.

- Pezo, D. 1982. El pasto base de la producción bovina en aspectos nutricionales, en los Sistemas de producción bovina en el trópico, Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Materiales de Enseñanza. No.15. 87- 109pp.
- Peter, K. 1987. Drumstick (*Moringa oleifera*) A multipurpose perennial India vegetable tree of considerable medicinal value: proceeding of a Symposium on the 14 th International Botanical Congress, Berlin, 24 July -1 August.
- Pathak, PS; Raid, R; Debray, R. 1980. Forage production from koolbabool *Leucaena leucocephala* Lam de Wit. Effect of plant density, cutting intensity and interval. Forage Rev. 6:8390.
- Rodríguez, O. M; Fuentes, H. J. 2002. Influencia de tres frecuencias de corte, sobre el rendimiento y parámetros de calidad de la biomasa del sorgo forrajero (*Sorghum vulgare*) HF- 895. Tesis. Facultad de Desarrollo Rural. Universidad Nacional Agraria Managua, Nicaragua. 3- 12p.
- Razz, R; González, R; Faria J; Esparza, D; Faria, N. 1992. Efecto de la frecuencia e intensidad de defoliación sobre el rendimiento de materia seca de la (*Leucaena leucocephala* Lam). De Wit. Trabajo subvencionado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad de Zulia (Condes), Revista de Agronomía (LUZ) 9: (1) 17-23p.
- Rocha, MLR. 1998. Efecto de la Suplementación con Follaje de *Moringa oleifera* sobre la Producción de Leche de Vacas en Pastoreo. Tesis Ing. Agron. Facultad de Ciencia Animal. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 36 p.
- Souza J. y Kukkami, A.R. 1993. Comparative studies on nutritive values of tender Foliage of seedlings and mature plants of *Moringa oleifera* Lam. J. Econ. Tax Bot. 17 (2) pp 479- 485.

- Salas Estrada., 2003. Árboles de Nicaragua. Instituto de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA), Managua, Nicaragua.
- Salisbury F. B; Cleon, W. Ross (1994). Fisiología vegetal. Grupo Editorial Ibero-América S. A. de C. V. Nebraska. México. 396p.
- Sherkar, JK; Von Calowitz, PG; Gregor VW; Reinier EM. 1993. Drumstick the daif loom 13 (2) p (22)p.
- Steel, R; Torrie, J. 1989. Bioestadística: Principios y procedimientos. Mexico, DF, McGraw-Hill, 613p.
- Teague, W. 1989. Effect of intensity and frequency of defoliation on aerial growth and carbohydrate reserve levels in *Acacia karoo* plants J Grassl. Soc. South. Agro. 6:132 - 140.
- Sivagami, R ET AL., 1968. Some insect pest of *Moringa (Moringa oleifera Lam)* in South India. South Indian Hort. 16: 69-71p.
- Weinman, citado por Voisin., (1967). Productividad de la hierba. In: Dinámica de los pastos. Trad. Ied en Francés por Carlos de Cuenca Edit. Tecnos, S. A.
- Wilson, JR. 1984. Environmental and nutritional factor affecting herbage quality. In. J. Hacker, Ed. Nutritional limits to animal production from pastures. Farnham Royas. OKCA B. 133-150 p.
- Zavala, MI; Ojeda, L. R. 1988. Fitotecnia Especial. Tomo I. Editorial Pueblo y Educación. Habana, Cuba. 237 p.